

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

ANDREY DE LIMA CZOLPINSKI

OBSERVANDO O INVISÍVEL

Porto Alegre
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

ANDREY DE LIMA CZOLPINSKI

OBSERVANDO O INVISÍVEL

Trabalho de conclusão apresentado junto à atividade de ensino “Trabalho de Conclusão de Curso - QUI” do Curso de Química, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciada em Química

Orientadora: Profa. Dra. Rochele Loguercio

Porto Alegre
2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à minha mãe Janaína Czolpinski que é meu exemplo de determinação, força e segurança. Não teria seguido na área da educação se não tivesse crescido assistindo suas produções artísticas e atuando como arte-educadora que inspiram o mundo a ser um lugar melhor. Estendo o agradecimento ao meu irmão Jonathan Marino que sempre confiou no meu potencial mesmo quando eu desconfiei e prestou apoio nas minhas decisões de vida que, por vezes, foram bem confusas.

Agradeço à professora doutora Rochele Loguercio por ter me mostrado o caminho da filosofia da educação através de suas aulas e ter me inspirado e incentivado nesse trabalho do qual tenho tanto orgulho.

À minha eterna coordenadora e amiga Magaly Barbieri que me acolheu no colégio Província de São Pedro em 2017, onde me ensinou muito sobre educação, os movimentos da vida e depositou sua confiança no meu trabalho. Sou extremamente grato por cada conversa, sorriso e convívio que tivemos, se hoje me formo como educador, você é a principal responsável por essa trajetória.

Ao meu amigo, confidente e irmão Lucas Carvalho que me acolheu no início da graduação e estivemos inseparáveis desde então, o teu suporte e apoio me fizeram vencer diversas etapas difíceis da graduação e com toda certeza não teria conseguido sem você presente.

Ao Rafael Brito que, juntos, descobrimos uma nova linha de pesquisa que nos agradou e entramos com tudo nela. A licenciatura não teria tantas cores e sorrisos sem você presente sendo meu colega e companheiro.

Aos meus irmãos Kassiel Fernandes e Marcelo Franco que prestaram apoio incondicional e constante ao longos desses anos e me tornaram uma pessoa mais feliz. Estendo aos amigos Ígor, Fabiane e Brenda, obrigado por todas as trocas, vinhos e companheirismo por tantos anos, assim como aos amigos Wagner e João por terem feito parte de etapas importantes desse processo.

Ao meu irmão Davi por ter me acompanhado e cuidado de mim nos últimos anos, as trocas que tivemos foi o que me ajudou a me recuperar e chegar bem aqui.

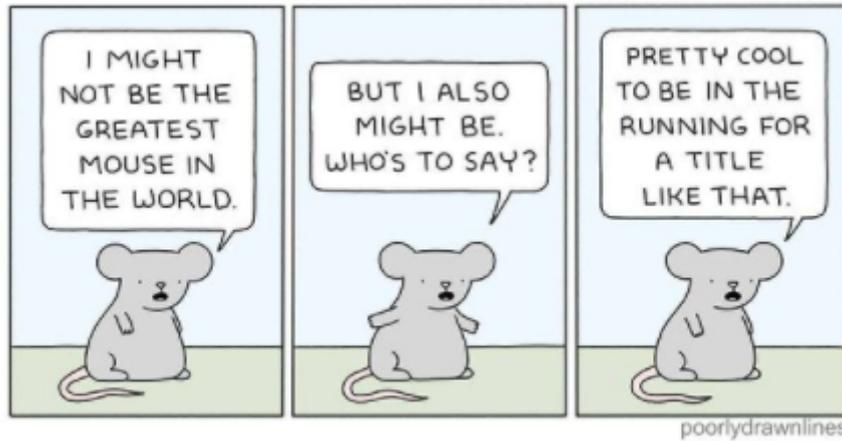
Agradeço, em especial, à Camila Duque que nessa última etapa foi tão essencial na minha vida com seu zelo e carinho, a admiração e consideração que tenho por ti são enormes. Estendo aos meus colegas, Félix, Karen, Micaela e Natália que estiveram presentes na minha graduação e quando pedi auxílio vieram me socorrer - tenho um carinho enorme por cada um de vocês, cada um a seu jeito.

Ao meu amigo e treinador Guilherme Santos (Papito) que esteve presente nos últimos anos e me mostrou um esporte que mudou minha vida completamente - obrigado por todo o companheirismo e pelo cuidado comigo. Estendo a toda família Total Stronger a minha gratidão.

Aos meus colegas de curso e professores que de uma forma ou de outra contribuíram para a minha formação acadêmica, assim como demais colegas do Província de São Pedro que em cada troca sempre tentei aprender o máximo possível com a experiência deles.

A todos os estudantes que passaram por mim e me auxiliaram a evoluir ao terem me depositado sua confiança e alegria, em especial à turma 300 de 2020.

Por fim, agradeço a instituição UFRGS por terem me dado a oportunidade de cursar uma universidade gratuita e de excelência, caso contrário jamais teria me formado no ensino superior e que deve ser defendida para que outros possam ter a mesma oportunidade que tive.



“Criar o que não existe ainda deve ser a pretensão de todo sujeito que está vivo.”

Paulo Freire

RESUMO

O atual trabalho tem como objetivo a análise de uma oficina na qual estudantes do nono ano tiveram liberdade artística para elaborar explicações de fenômenos físico-químicos a nível atômico e os conceitos envolvidos através de desenhos, sendo eles: a combustão, a solubilização, a passagem de estado físico e reações de oxirredução. Essa oficina seguiu os critérios de um estudo de caso em que foi apresentada a importância e a problemática do uso das representações e utilizou a estratégia de estudo de tarefa individual. A análise desses desenhos foi feita utilizando, principalmente, a teoria de Gaston Bachelard para entender os possíveis obstáculos epistemológicos presentes nas representações, mas a teoria cognitiva de Jean Piaget e a teoria de ensino de David Ausubel vieram ao encontro para auxiliar no entendimento do momento cognitivo do estudante e para pensar em formas de contemplar uma aprendizagem significativa. A grande amostragem de trabalhos fornecem um amplo espectro de análises em que podemos observar exemplos clássicos dos obstáculos epistemológicos realista, animista, verbal e substancialista; inferências sobre qual a abstração o estudante realizou, podendo ser a partir de um objeto ou de uma ideia; e, por fim, com qual tipo de aprendizagem o estudante chegou na oficina, se foi com uma por assimilação ou significativa. Esse trabalho cria um precedente para futuras sequências didáticas em que o estudante seja o centro das atenções durante as aulas para realizar atividades que, mediadas pelo professor, destaquem possíveis obstáculos que apareçam no processo de ensino-aprendizagem, seja reconhecida sua capacidade cognitiva para ser desenvolvidas aulas que oportunizem a presença da aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Arte-ciência. Imaginação. Ensino-aprendizagem. Obstáculos epistemológicos.

ABSTRACT

The current essay aims to analyze a workshop in which ninth-grade students had artistic freedom to elaborate explanations of physical-chemical phenomena at the atomic level and the concepts involved through drawings, namely: combustion, solubilization, state change physical and redox reactions. This workshop followed the criteria of a case study in which the importance and problems of using representations were presented and used the individual task study strategy. The analysis of these drawings was made using, mainly, the theory of Gaston Bachelard to understand the possible epistemological obstacles present in the representations, but the cognitive theory of Jean Piaget and the teaching theory of David Ausubel came together to assist in the understanding of the cognitive moment of the student and to think of ways to contemplate a meaningful learning. The large sampling of works provides a wide spectrum of analysis in which we can observe classic examples of realistic, animistic, verbal and substantialist epistemological obstacles; inferences about which abstraction the student made, which may be based on an object or an idea; and, finally, with what type of learning did the student arrive at the workshop, whether it was with assimilation or meaningful one. This work creates a precedent for future didactic sequences in which the student is the center of attention during classes to perform activities that, mediated by the teacher, highlight possible obstacles that appear in the teaching-learning process, their cognitive ability is recognized in order to create classes that allow the presence of meaningful learning.

Keywords: Art-science. Imagination. Teaching-learning. Epistemological obstacles.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Transição do estado físico da água.....	33
FIGURA 2 – Transição do estado físico da água usando figuras geométricas.....	34
FIGURA 3 – Solubilização do açúcar feito pela ação da água.....	34
FIGURA 4 – Cobre sofrendo reação de oxirredução.....	36
FIGURA 5 – Ferro sofrendo reação de oxirredução.....	36
FIGURA 6 – Combustão de um palito de fósforo.....	38
FIGURA 7 – Fissão nuclear representada através de gatos como átomos.....	39
FIGURA 8 – Evaporação da água.....	40
FIGURA 9 – Transição dos estados físicos representada pelo movimento de patos.....	41
FIGURA 10 – Combustão de uma vela representada por um homem correndo na esteira.....	42
FIGURA 11 – Representação de átomos ganhando energia até uma explosão.....	43
FIGURA 12 – Representação de uma reação de uma combustão...44	44
FIGURA 13 – Representação da solubilização.....	45
FIGURA 14 – Desenho da transição do estado físico da água.....	47
FIGURA 15 – Desenho da evaporação da água por calor.....	48
FIGURA 16 – Desenho sobre a combustão da madeira.....	50
FIGURA 17 – Representação da combustão de tijolos.....	51
FIGURA 18 – Desenho da fusão do açúcar.....	54

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	REFERÊNCIAS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A ANÁLISE.....	13
2.1.	Experienciando o processo de ensino-aprendizagem junto à Jean Piaget.....	13
2.2.	Obstáculos para a formação da <i>consciência científica</i> nas teorias de Gaston Bachelard.....	16
2.3.	O espaço escolar que demanda um olhar de David Ausubel.....	25
3.	OBJETIVOS.....	27
3.1.	Objetivos específicos.....	27
4.	METODOLOGIA.....	28
4.1.	A oficina como estudo de caso.....	28
4.2.	A oficina que foi estudada.....	29
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1.	“Observando” o invisível.....	32
5.1.1.	O obstáculo Realista.....	32
5.1.2.	O obstáculo Animista.....	37
5.1.3.	O obstáculo Verbal.....	41
5.1.4.	O obstáculo Substancialista.....	45
5.2.	A abstração antes do desenho.....	46
5.2.1.	A abstração do objeto de estudo.....	47
5.2.2.	A abstração da ideia sobre o objeto de estudo.....	49
5.3.	Identificando os subsunçores.....	51

5.3.1. Assimilação e reprodução.....	52
5.3.2. Criando novos modelos.....	53
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho busca uma forma de visibilizar um lugar inventivo nas aulas do ensino médio e relacionar este espaço com conceitos da disciplina de química para entender o mundo abstrato com que, por vezes, esta disciplina pode se apresentar aos estudantes e como a arte nos auxilia a entender melhor as formas de aprender deles.

A disciplina de química, assim como outras áreas da educação no Brasil, sofre com políticas governamentais que aumentam a demanda de um ensino conteudista e unificado, como implicado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e isto dificulta um ensino que contemple a realidade, por tal motivo é interessante a busca por novas práticas de educar que resistam às demandas e possibilitam novas interfaces.

A psicologia cognitiva e seus diferentes autores fornecem subsídios às formas tradicionais de ensinar, centradas em movimentos que se aproximam da ciência abstrata e não realizam a tradução para a ciência escolar e ademais desconsideram o aprendiz e seus processos. As aulas tradicionais, por vezes, provocam um distanciamento entre o que é ensinado e o cotidiano do jovem e isso implica numa falta de problematização sobre os conceitos elaborados, resultando num processo de ensino-aprendizagem que opera num nível inferior ao operatório formal. A problematização é entendida como a reflexão sobre um determinado tema que relaciona o contexto dos estudantes com os conceitos elucidados no ambiente escolar.

Entendendo que a aprendizagem em química pode ser estabelecido por meio de situações em que a ciência se utiliza da arte para criar novas formas de pensar e relacionar com o conhecimento prévio e lúdico que os alunos já possuem acerca do mundo, esse projeto busca através da conexão com outras disciplinas, particularmente com as artes visuais, promover um ambiente no qual a criatividade permite [re]conhecer os entendimentos próprio dos estudantes sobre alguns fenômenos químicos.

Os entendimentos são expressados através da via artística em novos modelos, próprios dos estudantes, e a partir deles podem ser observados alguns fundamentos teóricos do trabalho do Gaston Bachelard (1996) no que pode promover ou obstaculizar a *consciência científica* dos estudantes.

2. REFERÊNCIAS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A ANÁLISE

2.1. Experienciando o processo de ensino-aprendizagem junto à Jean Piaget

A abstração é a forma pela qual conseguimos ampliar e desenvolver o conhecimento, e esse conceito é historicamente trabalhado pela filosofia. A problemática acerca desse conceito trabalhada por Jacques Maritain em 1932, ao dissertar sobre o trabalho do João de São Tomás, foi evidenciada por Marcelo Eichler (2001):

1. A partir de um objeto material e palpável é criada a abstração tal qual o conhecimento da experiência física anterior, como por exemplo a abstração de uma cadeira justificada por ter sido vista uma anteriormente;
2. A abstração feita a partir de uma ideia, ou seja, não é algo palpável, mas é algo que foi construído a partir de objetos físicos, como o caso das grandezas matemáticas;
3. E, por fim, a abstração feita sem a necessidade de uma ideia ou objeto físico, motivado pela própria intuição, como o caso da imagem criada a respeito de divindades.

Jean Piaget, foi um biólogo, psicólogo e epistemólogo (1896-1980) que desenvolveu na sua teoria chamada epistemologia genética, se encarregou de estudar como ocorreria o desenvolvimento da inteligência do recém-nascido até a fase adulta (RUIZ, 2003). Para ele existem dois tipos de comportamento que fazem o estudante atingir um determinado grau de entendimento, que vão ao encontro da sua teoria, sendo:

1. A experimentação - física ou lógico-matemática - a partir da experiência de presenciar o objeto de estudo se atingiria um grau de entendimento;

2. A *abstração reflexionante*, que é ter consciência sobre o conhecimento (PIAGET, 1995).

Obter consciência de um conhecimento é atingir o grau de entendimento necessário, segundo Piaget, para se aprender determinado assunto. É um exercício constante de dois aspectos que não necessariamente andam juntos no experimento da realidade - o ato de refletir e de abstrair, refletir sobre o abstraído e abstrair da reflexão as ideias. Para explicar tal conceito foram utilizadas palavras advindas do mundo da matemática, a diferenciação e integração. Partindo de uma ideia é feita a diferenciação dela, ou seja, dividida em partes muito pequenas para então se ter uma reflexão acima de cada parcela e abstrair uma ideia das mesmas. Posteriormente seria feita a integração, que por sua vez significaria a união de todas as parcelas - antigas e novas -, e consolidação de uma nova abstração e uma nova ideia total (aprimorada) surgiria. Como nenhum conhecimento é absoluto, este processo não teria um fim e se manteria constante.

A reflexão então teria o papel de mudar a direção da linha de pensamento, o que antes tinha como foco o objeto agora tem o foco a si próprio, seria o próprio ato de consciência. A *abstração reflexionante* então faria o “reflexionamento” como ato de posicionar uma ideia num novo degrau para que seja feita a tomada de consciência da ideia de um outro ângulo e a criação de novos modelos.

Para de certa forma quantificar os estágios de desenvolvimento cognitivo, Piaget estabeleceu quatro principais fases:

1. Sensório-motor;
2. Pré-operatório;
3. Operatório concreto;
4. Operatório formal.

A fase operatório formal seria aquela na qual o indivíduo é capaz de exercitar a *abstração reflexionante* e, desta forma, criar os modelos de sua abstração como maneira de concretizar o seu conhecimento. Olhando para o caso do ensino de química, a utilização de modelos anteriormente concebidos e mostrados para os

estudantes não são as formas mais apropriadas destes atingirem o conhecimento e, talvez assim, a formulação de novos modelos com o auxílio do professor.

É observado que existem obstáculos no aprendizado de química quando notamos tal disciplina com um grande índice de reprovação, tanto na escola quanto no ensino superior. Dudley Herron evidencia que em torno de 50% das pessoas que entram em cursos nos quais a ciência de bancada não é essencial não conseguem operar no conhecimento operatório-formal (1975). Tais fatos, porém, não comprometem a forma de ensinar tradicional que exige do aluno um conhecimento pouco desenvolvido neste nível de abstração, pois não se apresenta como um ensino-aprendizagem significativo. Isso se dá principalmente porque partimos da nossa capacidade de abstrair enquanto professores, e esperamos que o aluno assimile, enquanto entendemos que seria mais adequado dar as ferramentas para ele criar as próprias abstrações.

Uma vez que o aluno se adeque a abstração concretizada que lhe é apresentada, ele não consegue aplicar tais conceitos fora do ambiente escolar, o que pode ser justificado por ele não ter desenvolvido a fase operatório-formal e ter feito o exercício da *abstração-reflexionante*. O estudante teve uma experimentação e por tal motivo fica limitado àquela experimentação, tornando-a real.

Quando conhecimentos são impostos aos estudantes ocorre o que David Ausubel, psicólogo e pedagogo, descreve como *aprendizagem mecânica*, do qual é definida como um momento de aprendizagem em que o estudante não é ativo no seu processo de ensino-aprendizagem e os novos conceitos que lhe são apresentados não interagem de forma relevante com os existentes na sua estrutura cognitiva. A *aprendizagem significativa*, por outro lado, ocorre quando tais abstrações expostas pelo educador tem uma vinculação com os conhecimentos prévios dos estudantes - os *subsunçores* - e o interesse dos mesmos (1982).

O processo de aprendizagem é um processo contínuo e o reaprender é tão presente quanto o primeiro aprendizado para a *abstração-reflexionante*. Ela é o produto de um processo da *aprendizagem significativa* da qual o aprender se divide em duas dimensões: por criação e por recepção. A primeira o estudante entra em contato com os conceitos sem um fechamento e ele precisa concluí-los para então

assimilá-los, enquanto na segunda, os conceitos já estão concluídos e o estudante precisa apenas assimilar (PELIZZARI, 2002).

Para Piaget uma das formas de causar uma perturbação no aluno e assim aumentar seu entendimento acerca de um assunto é implicar um estímulo diferente no decorrer da aula, que pode ser através de atividades da qual ele possa reestruturar-se (1997). Logo, a *aprendizagem significativa* seria uma mescla entre a aprendizagem por descoberta e a aprendizagem receptiva que pode gerar uma técnica diferente para o aluno crescer cognitivamente.

2.2. **Obstáculos para a formação da *consciência científica* nas teorias de Gaston Bachelard**

Mesmo que o aluno participe deste processo de ensino-aprendizagem e seja capaz de abstrair, podem ocorrer outras formas de obstáculos na formação da sua *consciência científica* (BACHELARD, 1996). Algumas das teorias sobre o ensino-aprendizagem destacam o importante papel do professor para superar os obstáculos criados na vivência cotidiana dos estudantes e mesmo das vivências e aprendizagens concretizadas na escola que se configuram como obstáculo a um conhecimento científico contemporâneo, complexo e abstrato.

É sob essa ótica que o professor pode atuar, na qual fomenta um espaço em que o estudante seja desafiado a participar de maneira ativa do seu próprio processo de aprendizagem e também observar onde estão as barreiras para a abstração de conceitos, analisar e aperfeiçoar as suas técnica de ensino. Segundo Gaston Bachelard, em sua obra *A formação do Espírito Científico* (1996), existem obstáculos epistemológicos que são obstáculos à lógica do conhecimento científico que são divididos em sete: *experiência primeira, conhecimento geral, obstáculo verbal, conhecimento unitário e pragmático, substancialismo, realismo e animismo*, os quais serão revistos na sequência. A mente humana é complexa e alguns destes obstáculos podem ocorrer e exercer influência na aprendizagem simultaneamente, e não é clara a correlação destes com a dificuldade apresentada para que ocorra o ensino significativo, mas entendê-las disponibiliza um recurso importante ao professor.

Para realizar tais análises e observar a presença desses obstáculos temos que definir a ciência e o ensino-aprendizagem como algo aberto e dinâmico ao invés de ser algo fechado e imutável. É interessante definir como *consciência científica* o processo constante que busca reconhecer e romper os obstáculos epistemológicos e como *conhecimento pré-científico* o processo que dialoga e não busca se desprender desses obstáculos. Essa lógica coloca qualquer estrutura de conteúdo como algo passível de ser questionado e criticado, algo que infelizmente não é tão presente como deveria - do qual evidencia o primeiro obstáculo epistemológico, o da *experiência primeira* - quando dividimos o ensino em blocos de conteúdos didáticos prontos para serem assimilados pelos estudantes de forma passível na disciplina de Química, como evidenciado em livros didáticos (STADLER, 2012).

Anterior ainda ao estudo das ciências e a busca de entendimento dos fenômenos do mundo, as explicações da realidade com significados simples são utilizados para criar um panorama de fácil assimilação do abstrato. Essa falta de problematização consequente do *empirismo colorido*, transforma o conhecimento científico em algo a ser admirado, com respostas que criam uma satisfação imediata - não precisa compreendê-lo, mas sim observá-lo.

Tal comportamento, como observado por Bachelard, era comum nos séculos XVII e XVIII, onde era necessário ser conversado com o público num linguajar corriqueiro e de fácil assimilação. A ciência, como algo que precisava do apoio do público e da realeza, buscava através de bajulações inseridas em meio a explicações a aprovação da sociedade e para que isso ocorresse ela não poderia ser problematizadora, não obstante foram produzidas inúmeras obras nesse período que eram simples, contundentes e com a presença de erros que seriam solucionados posteriormente.

As obras trazidas à tona usando a ótica do empirismo por vezes entram num estado de inércia da intuição substancialista e tem como consequência uma sobrecarga do concreto, o que resulta num ocultamento da forma mais precisa. Fatos da experiência vista e sentida corroboram para uma falsa inferência a respeito de assuntos que não foram vividos, logo a teoria original não condiz para a formulação de uma lei. Normalmente esse fenômeno ocorre para casos que a comprovação científica é feita através de teorias fundadas na intuição. A

consciência científica tem como função não aceitar tais condições e lutar contra as analogias, metáforas e imagens criadas de maneira a simplificar um conhecimento mais complexo. Para Bachelard “ciência é complexificação”.

As imagens mencionadas anteriormente, normalmente pitorescas, são retratos de uma minimização da *consciência científica*, o enfoque não é o raciocínio lógico, mas sim o colorismo pintado pela experiência que deveria ser utilizada apenas para ilustrar um conhecimento. Bachelard (1996, p. 49) menciona um caso em que um professor de química mineral realiza um experimento para obter iodeto de amônio, este que após seco explode com o mínimo de contato. A discussão a partir do momento em que há a explosão do produto obtido com certa facilidade são as sensações empíricas e não a teoria que ocasionou tal ilustração prática - um falso centro de interesse.

A *experiência primeira* entra no campo da afirmação primeira da qual é motivada pela observação de um fato e a necessidade de firmar uma opinião referente à sensação vivida, o que gera observações particulares e a imobilização do conhecimento científico. Essa confusão tem como causa um apelo pela *vontade*, definida como a escolha de querer algo, nesse caso de querer dar um *valor declarativo* primordial a uma situação sem uma prova explícita em que a pessoa não pensa estar interpretando (BACHELARD, 1996). Essa ideia é combatida quando ocorre a racionalização da experiência e é posta em contato com as condições que lhe deram origem, o que gera desconforto, pois a formulação de razões múltiplas age contra o instinto da certeza imediata.

A base afetiva que é expressada através das vontades do observador tem como base o *conhecimento pré-científico* que prevalecia na época do alquimismo. Nesse tempo imperava o dinamismo subjetivo com verificações diretas que refletiam a própria consciência do alquimista, o experimento não passava de um momento íntimo para confirmar seus símbolos e valores morais. A natureza era tido como algo acabado que se revelaria para aqueles que o fossem dignos, portanto o erro científico de um determinado experimento não era seguido de uma teoria nova como estamos habituados nos tempos modernos, mas sim de uma reflexão interna. A alquimia representava uma iniciação moral, a transmutação era passível de sentimentos e quanto mais fortes o fossem, maior o poder do alquimista.

Experimentos que desafiam a lógica da natureza revelam vestígios da alquimia em que o observador usa da sua crença e de seus sentimentos primeiro ao invés da *consciência científica*. Portanto, a *consciência científica* ao ser desenvolvida entra em confronto constante com o obstáculo da *experiência primeira*.

A *consciência científica*, assim como o processo de ensino-aprendizado, é um fenômeno formado pela problematização constante de situações e pensamentos. O segundo obstáculo que Bachelard observa é o do *conhecimento geral*, do qual afirma que “a generalização apressada de fatos pode levar a generalidades mal colocadas” (1996, p. 70). Devemos lembrar que a ciência é consequência de uma racionalização aberta e dinâmica dos fatos e a generalização provoca um processo breve e dessa forma enfraquece o pensamento experimental, pois se a definição de uma situação é clara e concisa não há necessidade do estudo das variáveis, elas já estão lá colocadas.

No ensino de química as generalidades transformam o conteúdo em algo desinteressante, pois não há o que analisar apenas assimilar o conteúdo (SILVEIRA, 2019). A generalização de uma lei oferece uma satisfação imediata acerca de um assunto, pois ela se torna clara, completa e fechada, o que não necessita questionar suas premissas (GOMES; DE OLIVEIRA, 2007). Ao agir dessa maneira a generalização identifica e define palavras ao invés de contribuir para uma mudança de ideias, porém a *consciência científica* é formulada e incentivada ao permanecer cercada de críticas.

O conhecimento para ser validado precisa ter um campo experimental delimitado para assim determinar as variações, definir as variáveis, provocar as variações inertes ou que não se apresentaram em algum momento e como conclusão atingir a complexidade do fenômeno. A *consciência científica* tem como princípio equiparar a razão (por vezes não tão clara) à experiência. A generalização resulta em falta de inferências ao experimento análogo do qual ela é utilizada e o resultado dessa atitude é a falta de inferências que poderiam culminar em teorias novas, como afirma Bachelard: “é ela que se explica e é por ela que se explica” (1996, p. 85). O *conhecimento pré-científico* entende que classificar os fenômenos é sinônimo de conhecê-los, enquanto a *consciência científica* se preocupa com as

particularidades das experiências e afirma que o pensamento geral é vago e inconclusivo.

O terceiro obstáculo epistemológico trabalhado por Bachelard (1996) foi derivado dos hábitos da natureza verbal. Por vezes uma teoria utiliza palavras para ilustrar situações, essas que são carregadas de significados e características próprias e podem levar à confusão enquanto a teoria nova está sendo formada. No caso de teorias que abusam da abstração do nosso imaginário, o signo que é utilizado para auxiliar na explicação age como *obstáculo verbal*, pois ocupa um espaço maior no imaginário por ser mais simples e próximo da até então conhecida realidade do que da teoria nova.

A teoria que exige a abstração precisa se distanciar do concreto para ser contemplada, e o uso de signos durante sua explicação não condiz com isso. Ao fazer um paralelo com o obstáculo anterior, o da generalização, a utilização de signos ajudam a solucionar problemas mais gerais que, por sua vez, tem uma simplicidade maior do que problemas específicos. Quando é traçado uma generalização através de uma palavra, é fácil perder a essência da variável de um determinado experimento, pois a ideia do signo vem antes da teoria nova.

A *consciência científica* trabalha com a representação do abstrato através de modelos, mas estes são formados após a racionalização do problema, já o *conhecimento pré-científico* utiliza da ilustração para começar a criar a racionalização, ou seja, o que difere para a existência do obstáculo é o momento em que é feita a colocação da ilustração. O *obstáculo verbal* pode se fazer presente, também, na confusão de conceitos, partindo de um conceito ancorado para um que ainda não foi desenvolvido cognitivamente, como evidenciado por Alice Lopes (1996). Racionalizar um conceito ou teoria nova necessita de uma abordagem que se contraponha a teorias anteriores, assim, é possível combater o *obstáculo verbal* que se cria quando um conceito novo se assemelha a um conceito anterior.

O obstáculo do *conhecimento unitário*, seja ele a natureza, a religiosidade ou simplesmente a perfeição tende a ser um obstáculo epistemológico também. Tal condição em que são colocados os fenômenos - parte de um todo perfeito - é usada como justificativa e explicação para a observação das experiências. Normalmente acompanhado de um aspecto literário muito forte e uma valorização abusiva, este

obstáculo troca o enfoque do experimento para colocar como substituto “o homem admirante, aquele que se admira e se ama” (1996, p. 105). O *conhecimento pré-científico* tende a tentar criar vínculos entre a obra e o leitor e o faz com a necessidade de elevar os fatos ao plano do conteúdo unitário.

No *conhecimento pré-científico* o que é válido para o grande deve ser para o pequeno e vice-versa, dessa forma não há discussão de ideias e o que era inconcebível busca refúgio na ideia da perfeição. Como já havíamos tratado, a ciência necessita da problematização e o conteúdo unitário tende a distanciar e, em alguns casos, a anular a discussão. O obstáculo em questão caracteriza-se por criar analogias bem definidas que provocam fugas e assim impedem a curiosidade de se proliferar, pois a procedência dos fatos toma um rumo previsto antes mesmo do próprio problema.

A falta de categorização dos conceitos é outro traço predominante neste obstáculo, uma vez que todo conhecimento é uno não há desenvolvimento das premissas em que utilize um raciocínio lógico até a conclusão. O método das múltiplas razões não tem sentido no *conhecimento pré-científico*, pois o conhecimento era sobredeterminado. A *consciência científica* se encarrega de sistemas isolados, separados do todo, com diversas particularidades.

O *conhecimento pré-científico* tem como característica, ao dialogar com a natureza, um coeficiente de realidade no qual é atribuído uma carga utilitária ao sistema, ou seja, são feitas induções acerca da utilidade do objeto de estudo, muitas vezes cercado de exageros. Essa busca pela razão de um conhecimento validava a legitimidade deste como algo real, pois tudo que existe possui um significado e uma motivação dentro da conjuntura da perfeição do todo.

O *obstáculo verbal* trabalhado anteriormente dialoga diversas vezes com outro, o substancialista, este último é carregado de valores¹ que variam de acordo com as intuições do observador. O objeto aqui desempenha um papel para refletir os anseios do pesquisador, a ele é atribuído características que não seguem uma hierarquia lógica e muitas vezes se caracteriza por qualidades vagas. Nesse obstáculo o objeto analisado é entendido como completo de sentido no qual

¹ Entendemos aqui valores como valores sentimentais subjetivos.

prevalece a experiência externa e fugindo de críticas ao trazer a particularidade do seu interior. Esse interior, que é profundo e íntimo, contém a sua essência repleta de valores e deve ser vasculhado através de experimentos para ter uma completa compreensão sobre o que ele representa. A experiência torna-se um revelador de intimidades, em que os grandes significados se encontram no menor ponto possível de análise.

O experimento pré-científico analisa um fenômeno imediato e lhe atribui uma propriedade substancial, e a partir dessa propriedade que por vezes se torna uma metáfora, é criada uma linha teórica a ser analisada. Essa linha baseada num obstáculo substancialista torna-se um centro de explicações breves e repleta de experiências vazias e fracassadas. Porém, o fracasso nesse caso, não é estimulador para o rearranjo da teoria, mas sim, é incentivador para novas pesquisas sobre as propriedades ocultas da substância em questão. Em determinado momento, é deixado de lado as experiências, pois convicções e induções não precisam ser testadas, não há uma problematização. Comumente são feitas inferências subjetivas a respeito de propriedades novas que não são características do objeto de estudo e a explicação torna-se breve e vaga. A *consciência científica*, em contraponto ao *conhecimento pré-científico*, cria uma base teórica utilizando-se das razões múltiplas, controle de variáveis e experimentações para criar uma lei bem definida, o que permite extrapolar as condições do experimento e prever resultados, aliviando a carga experimental e permitindo a anulação da subjetividade.

Na busca para atribuir sentido aos objetos, as qualidades metafóricas podem ser utilizadas como se fossem as essenciais, e assim formar um movimento de acúmulo de adjetivos para um substantivo, pois se a ideia de inexistência de qualidades é um complicador, o oposto, o de quanto mais é melhor, é um facilitador e não tem a preocupação de se sobrepor a outro, e isso causa a perda do centro de interesse e a menor precisão nas ideias acerca do objeto. A *consciência científica* é estabelecida nesse caso como uma ação efetiva contra a ação afetiva que é motivadora do obstáculo e age para tentar ser a mais objetiva a respeito de uma experimentação e diminuir dessa forma a adjetivação.

Como o *conhecimento pré-científico* é repleto de valores subjetivos formados pela intuição substancialista, ocasionalmente podem existir valores negativos também e a experimentação surge, nesse momento, para suprir esse debate de ideias acerca daquele objeto. Quando não há conhecimento sobre as variações que causam determinadas características ao objeto de estudo as experiências, que são utilizadas para provar tais qualidades, não possuem uma base teórica satisfatória e os experimentos tornam-se tão vazios de significados que o produto intelectual gerado pode ser um obstáculo a mais para a formação da *consciência científica*.

O obstáculo proveniente da certeza do experimento encerra o avanço da *consciência científica*, pois ele lida com a realidade e com isso acabam as problematizações. O obstáculo realista se baseia na vontade de tornar real uma experiência subjetiva e, por vezes, promove uma racionalização de algo criado pela intuição. Essa dita racionalização parcial é prejudicial, pois não se pode completar uma experiência que não foi recomeçada pelo observador, ou seja, a *consciência científica* deve ser capaz de reviver a experiência de forma completa - através de suas análises e conclusões.

O *realismo* age na fronteira da motivação dos experimentos e dos objetos que merecem receber essa atenção, existe uma preocupação constante a respeito do valor agregado acerca do conteúdo do objeto, definido como a característica que ocupa espaço no interior do objeto. Dialogando com os obstáculos anteriores, existe uma preocupação sobre a funcionalidade verdadeira de um objeto e a intuição pré-científica tem uma tendência por valorizar o que é sua definição primeira. Essa intimidade substancial tem como motivador a valorização de um volume mínimo detentor de um valor agregado enorme. O pensamento evolui de acordo com a vontade de fazer real esse valor e esse ponto de vista pode gerar precipitações sobre os valores científicos e os subjetivos do pesquisador.

Esse obstáculo, por usar do exagero da força substancial do qual se baseia nas mais diversas interpretações a respeito de uma substância, cria barreiras constantes ao atribuir tantas características novas ao objeto de estudo para não lidar com a *consciência científica*, e dessa maneira torna-se o obstáculo mais difícil de se desconiliar, pois cada uma dessas interpretações foram passíveis do processo da racionalização parcial.

As definições dos limites de até onde a *consciência científica* consegue atingir e racionalizar deixa sensível a atuação do obstáculo epistemológico animista. Esse limite permite ao observador afirmar que a respeito de tal tópico faltam as informações necessárias para criar uma base teórica sólida e assim atuar com abstrações, por outro lado o *conhecimento pré-científico* observa esse espaço como uma possível atuação. O desconhecido é repleto de possibilidades e diante da ocorrência de uma falsa negativa e a impossibilidade dela ser provada é tentador manter-se em tal obstáculo.

Evidenciar a lógica de um fenômeno, por vezes, é uma situação que gera desconforto, pois, como foi visto anteriormente, o conhecimento para ter uma razão de existir precisa de uma funcionalidade, de acordo com o *conhecimento pré-científico*, que então evita a criação dessas lacunas e para isso atribui informações de caráter animista. Ao se manter no campo de definições vagas esse caráter é utilizado ainda como um elemento para categorizar e unificar os conhecimentos e, dessa forma, a problematização sobre um assunto transforma-se na racionalização dos conhecimentos subjetivos e não sobre a teoria científica objetivada.

As barreiras criadas por esse obstáculo partem de analogias exageradas que se relacionam com conhecimentos prévios criados com base no empirismo, ou seja, dialogam com o “real” e assim se tornam mais naturais à teoria criada do que uma possível teoria formulada a partir do processo de problematização gerada pela *consciência científica*. Seguindo a lógica animista é comum que em seus processos a intuição exprima o seu desejo no objeto de estudo e lhe atribua uma consciência através da dicotomia entre o bem e o mal. O *conhecimento pré-científico* não busca a racionalização através da problematização constante para então afirmar algo, mas sim o caminho inverso, afirma a sua subjetividade e a partir dela busca confirmações para individualizar os fenômenos e acentuar o caráter individual das substâncias.

Diante dos obstáculos da *experiência primeira*, *conhecimento geral*, *obstáculo verbal*, *conhecimento unitário e pragmático*, *substancialismo*, *realismo* e *animismo* que observamos e após entender que estes obstaculizam o processo de ensino-aprendizagem, das quais possuem uma série de critérios para a

possibilidade de existência, do qual um dos papéis do professor é identificar e auxiliar a solucionar os obstáculos que podem ocorrer durante essa relação, é interessante definir o espaço em que é concebível esse processo.

2.3. O espaço escolar que demanda um olhar de David Ausubel

Uma abordagem de ensino-aprendizagem é sempre importante, mas o local em relação aos critérios geográficos não será o enfoque dessa discussão, tendo em vista que as condições básicas são satisfeitas plenamente na escola em que se realizou a atividade que analisaremos. A questão a ser discutida é o papel do espaço escolar como ambiente a fomentar uma *aprendizagem significativa*. Esse lugar é tão importante quanto o próprio conjunto de conceitos que será dialogado no decorrer das aulas, pois é nesse ambiente repleto de significados que ocorrem as trocas sociais. Segundo a BNCC (BRASIL, p. 467, 2018) um dos papéis da escola é o de:

assegurar tempos e espaços para que os estudantes reflitam sobre suas experiências e aprendizagens individuais e interpessoais, de modo a valorizarem o conhecimento, confiarem em sua capacidade de aprender, e identificarem e utilizarem estratégias mais eficientes a seu aprendizado;

A menção sobre a relação do estudante com suas experiências e aprendizagem trazem os conceitos de cotidiano e contextualização à discussão das aulas de química. Cotidiano aqui entendido como uma fonte de problematização do dia a dia para servir como uma consolidação da base teórica trabalhada no decorrer das aulas (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013) e contextualização é definido como uma estratégia a ser utilizada pelo professor que leva em conta que todo conhecimento implica numa relação entre sujeito e objeto.

Como as experiências anteriores dos estudantes são um fator determinante para que o processo de ensino-aprendizagem ganhe força, a relação desses com a sociedade é refletida dentro do ambiente escolar. Esse lugar tem uma relação íntima entre os sujeitos que o frequentam e os objetos que estão ao seu dispor, ou seja, é ressignificado constantemente de acordo com as possibilidades da existência social de acordo com Maria Rosa e Andréa Tosta (2005). O lugar para o ensino de química

pode ser entendido como um ambiente que propicia a interação entre os sujeitos e os objetos promovendo um espaço de experienciar o papel de químico. Esse papel que é produto dessa relação exige uma série de habilidades e entendimentos dos estudantes que deve ser fomentado pelos professores durante seus encontros.

Algo que já está consolidado na educação em ciências é o entendimento de que a diversidade de técnicas, experiências e diálogo com a sociedade são fundamentais para uma *aprendizagem significativa*. Utilizar apenas aulas tradicionais, as quais tendem a seguir um modelo de ensino que gera uma aprendizagem por assimilação com pouca atuação do estudante, não condiz com as exigências para uma *aprendizagem significativa* e, por tal motivo, novas metodologias são incorporadas para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem. Um desses estímulos alternativos pode ocorrer durante uma oficina temática, pois essa envolve um conjunto didático diferente desde a escolha do tema, dos experimentos e dos conceitos químicos, além de permitir a contextualização do que é elaborado e coloca o estudante numa posição que condiz com a formação crítica e participativa na sociedade (PAZINATO; BRAIBANTE 2014).

3. OBJETIVOS

O objetivo dessa pesquisa é analisar como os estudantes lidam com conceitos científicos abstratos e qual a possibilidade de criação e representação que se realiza quando há a liberdade de expressão artística. Sendo que a análise dos produtos dessa experiência passa pela perspectiva epistemológica de Gaston Bachelard e as possibilidades de produção de aprendizagens efetivas por teóricos da psicologia cognitiva.

3.1. Objetivos específicos

1. Promover um espaço de experiência (oficina arte-química) para o exercício da imaginação sobre conceitos químicos;
2. Analisar a criatividade dos estudantes para o entendimento de conceitos científicos tradicionais;
3. Expandir o entendimento realizado sobre a oficina, tomando-o como um estudo de caso, para problematizar as possibilidades cognitivas de aprendizagem.

4. METODOLOGIA

4.1. A oficina como estudo de caso

As diferentes formas de analisar as condições de passagem do concreto para o abstrato nos estudantes da escola básica podem ser traduzidas e analisadas através de um estudo de caso. O estudo de caso permite que, ao se analisar uma atividade, seja uma oficina ou uma aula temática na escola se possa ampliar o conhecimento das particularidades e especificidades desses estudantes, mas propicia também, formas sócio-culturais de entendimento dos conhecimentos escolares que servem como perspectiva para a construção de novas didáticas que sejam potencializadoras de aprendizagens mais efetivas e significativas que podem mobilizar os estudantes frente a uma nova maneira de abstrair e serve como mote para outras pesquisas na área.

Nesse sentido, o estudo de caso deixa de ser uma particularidade e ganha uma dispersão analítica, conforme Cláudia Fonseca (1999) afirmou ao realizar uma pesquisa sobre etnografia e educação. Neste trabalho, denominado “Quando cada caso NÃO é um caso”, num primeiro momento ela destaca como é importante entender que a análise interpretativa das particularidades de cada objeto de estudo pode gerar um contexto social amplo para a atuação da pesquisa. Em contraponto ao se definirem limites para a realização do trabalho, por vezes, a pesquisa pode ignorar os argumentos divergentes à intuição do pesquisador e se manter atenta apenas às informações que confirmam o ponto motivador.

A análise de um estudo de caso ao ser feito o movimento contrário, o de particularidades em direção às generalizações, tem como enfoque o método a ser utilizado e só faz sentido numa perspectiva aberta em que a particularidade incentiva a criar novos modelos explicativos e dessa forma o próprio método se renova, pois abre espaço para novas possibilidades de interpretação da totalidade. Dessa forma, cada estudo de caso serve como uma teoria complementar a outro e pode ser traçado um panorama maior que leva em conta também o contexto em consideração ao ser feita uma análise.

Então ao organizar um estudo de caso é entendido que ele é inclusivo com estudos paralelos em outros contextos, os quais levam em conta o cotidiano particular da realidade ao qual está inserida a pesquisa. Os estudos do cotidiano escolar, como evidenciado por Bernardete Gatti (2012), ocupam um espaço importante na pesquisa em educação, pois mostram diferentes realidades e formas de resolução de problemáticas e, dessa forma, criam brechas para um novo entendimento das padronizações escolares.

4.2. A oficina que foi estudada

Foi seguindo os critérios e entendimentos de um estudo de caso que aplicou-se a oficina “Desenhando o Invisível: O desenho como dispositivo de experiências de aprendizagem no ensino da química.” com 25 estudantes com idades entre 14 e 15 anos e cursando o nono ano das séries finais numa escola da rede privada de Porto Alegre. A atividade realizada numa sala de aula durante um período de duas horas produziu um número de produções artísticas que permitem uma análise potente como um estudo de caso em ensino-aprendizagem. A oficina foi estruturada em três blocos, do qual o primeiro ocorreu nos primeiros 30 minutos, o segundo durante uma hora e o último bloco nos últimos 30 minutos, conforme foi detalhado a seguir.

Primeiramente, foi feita a apresentação da proposta explicando como a comunidade científica estabelece, através da discussão, qual deve ser a representação mais adequada sobre um fenômeno, onde foi destacado que não necessariamente fosse a única representação. Posteriormente foi apresentado através de imagens projetadas no quadro a representação de um buraco negro criada no filme *Interstellar* (2014), pois na época em que foi criado o filme ainda não existia a “fotografia” desse fenômeno, mas a equipe gráfica do filme conseguiu criar a sua representação depois de dialogar com autoridades sobre o assunto. No decorrer da apresentação foi enfatizado o papel importante que o viés artístico possui para a comunidade científica e como ela pode ser utilizada para representar e dialogar sobre assuntos próprios desse contexto para pessoas que não compartilham esse ambiente. No próximo bloco foi discorrido sobre alguns

fenômenos físico-químicos a nível macroscópico, sendo eles: a combustão, a solubilização, a passagem de estado físico e reações de oxirredução.

Com a introdução finalizada foi solicitado aos alunos que escolhessem algum desses fenômenos dialogados e tentassem representar o que ocorria a nível atômico, destacando para eles que a complexidade da representação ou o quão fiel ela era ao fenômeno escolhido não estavam sendo avaliados. Para desenvolver a proposta os estudantes possuíam livre disponibilidade de papel, lápis, canetas, giz de cera, canetas hidrográficas e lápis de cor. O papel do professor foi de mediar os esforços dos estudantes, reafirmar que naquele ambiente não existia a dicotomia entre certo e errado e o de gravar os depoimentos dos estudantes através de áudios para possível análise.

No último bloco foi pedido aos estudantes que estivessem confortáveis para apresentar a sua representação sobre o fenômeno escolhido e explicar como havia chegado naquela conclusão, essa apresentação também foi gravada para análise e os demais desenhos foram recolhidos. Ao término das apresentações foi feito o fechamento da oficina comentando sobre a potência de criar as próprias representações em detrimento de apenas assimilar outras oriundas de situações não vividas pelos estudantes.

Enfim, ao organizar a oficina como um estudo de caso e manter diários, filmagens e anotações pensamos ser possível construir um trabalho que analise a potencialidade da ação artística na educação em química.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos desenhos coletados se deu considerando os encontros da pesquisa e, nesse sentido, vale a pena darmos um maior destaque ao entendimento de encontro nas metodologias de pesquisa e análise que operam no nível da cartografia. Neste marco metodológico não se considera a ação de um lado e a análise e a hipótese de outro, há, certamente uma vontade de verdade, ou seja, uma vontade de encontrar nos desenhos algo que confirme de certa forma nossa hipótese ou teoria que pesquisa busca responder. Nosso *bias* implicava ler os desenhos com Bachelard, e nele localizar os indícios de um pensamento pré científico ou de obstáculos que de certa forma dificultam a aquisição de um pensamento ou consciência científica. No entanto, com a experiência da graduação que nos impulsionou ao conhecimento de psicólogos cognitivistas, foi impossível não perceber as potencialidades desses autores para analisar os desenhos.

Assim, consideramos esse "bom encontro" como movimentos das pesquisa e, principalmente, da análise, lembrando que há um encontro com Piaget, Ausubel e Bachelard, não que os autores sejam colocados como referenciais que dialogam entre si.

Pensamos então na seguinte estratégia, constituir três movimentos de análise cujos achados são analisados junto aos teóricos que nos parecem se encontrar com os desenhos dos estudantes.

- 1) Classificação de acordo com as teorias de Gaston Bachelard, identificando alguns obstáculos epistemológicos e, assim, a discutir a possibilidade de rompimento dos mesmos, base analítica deste trabalho de conclusão de curso;
- 2) Junto a teoria de Jean Piaget no que concerne à capacidade de abstração, observando quais referências o estudante utilizou e que nos mostraram a importância de sua teoria cognitiva²;

² a perspectiva deste trabalho é a epistemologia de Bachelard e, no entanto, nos caminhos da pesquisa e com o arcabouço teórico construído na licenciatura, foi impossível não perceber e trazer para a análise a potência do Ausubel e do Piaget no que concerne a uma aprendizagem possível no futuro. Registramos então que não é objetivo da pesquisa, é achado que não pode ser ignorado.

3) E, por fim, a identificação dos subsunçores usados pelos estudantes, os quais foram possíveis de serem analisados pelas teorias de David Ausubel.

Lembramos que a qualidade do desenho não é o objeto de estudo e que o processo ensino-aprendizagem discutido aqui, no momento da conclusão através do desenho, não passou por uma sequência didática aplicada por nós e sim pela própria escola.

5.1 “Observando” o invisível

Os obstáculos escolhidos para a análise são: o realismo, o animismo, o obstáculo verbal e o substancialista. Apesar de classificarmos um desenho didaticamente para fins de análise em um determinado obstáculo, isso não significa que não existem outros obstáculos paralelamente ocorrendo e por tal motivo foram escolhidos desenhos que representam a maneira "clássica" como Gaston Bachelard referia-se a tais obstáculos.

5.1.1 O obstáculo Realista

Como foi visto anteriormente, o *realismo* se apresenta através da vontade de tornar uma experiência subjetiva em algo real, e esse pensamento pode ser evidenciado nos desenhos dos estudantes ao tentarem representar os fenômenos pedidos. Sistemáticamente se observa representações do imagético deles dos quais estão baseadas nas vivências que não tiveram uma problematização e, por consequência, o obstáculo epistemológico se faz presente. No entendimento feito dentro do plano pré-científico, uma característica macroscópica é uma repetição de uma característica atômica, ou seja, a experiência observada busca suas explicações através de inferências ao nível atômico, o realismo ocupa o espaço que seria destinado às dúvidas.

Na primeira sequência de imagens foram selecionados desenhos que mostrassem moléculas de água para ilustrar o que foi dito anteriormente. As duas primeiras figuras (Figura 1 e Figura 2) representam a transição de estado físico da

água, enquanto a terceira (Figura 3) a solubilização do açúcar feito pela água também.

Figura 1: Transição de estado físico da água.

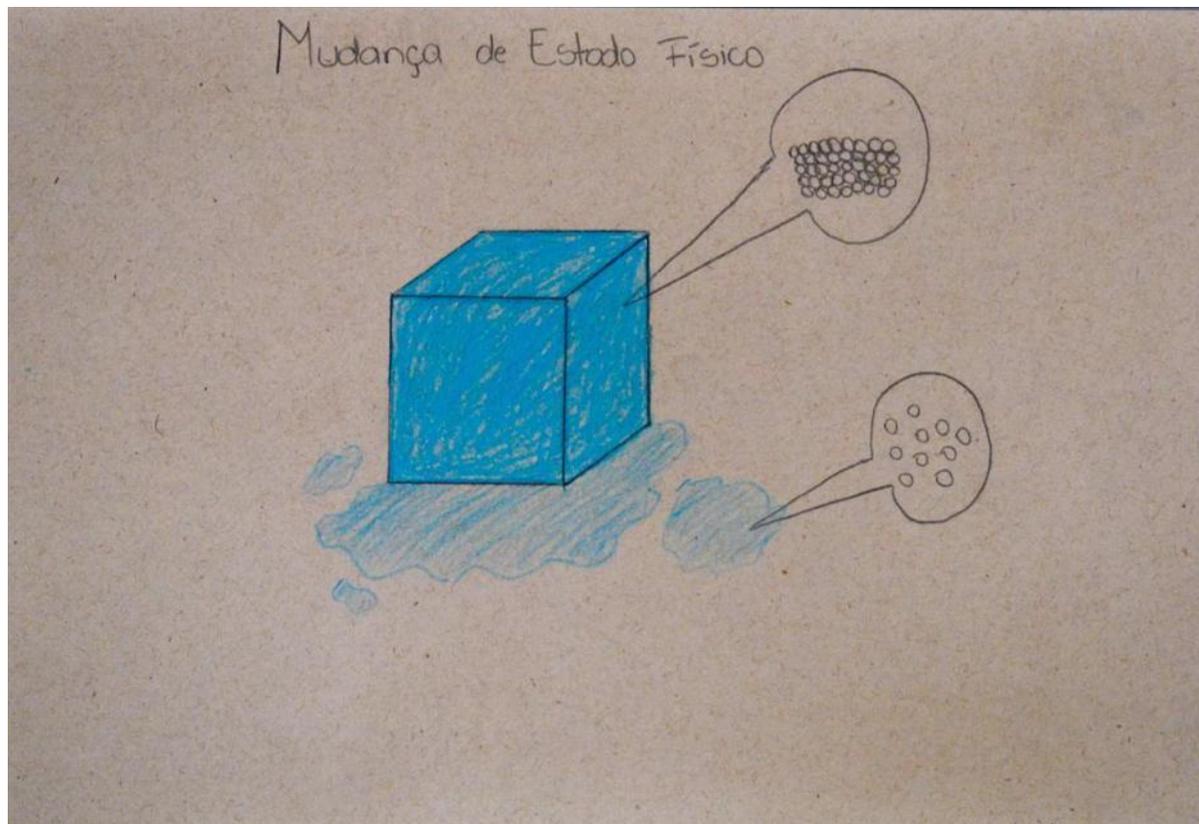


Figura 2: Transição de estado físico da água usando figuras geométricas.

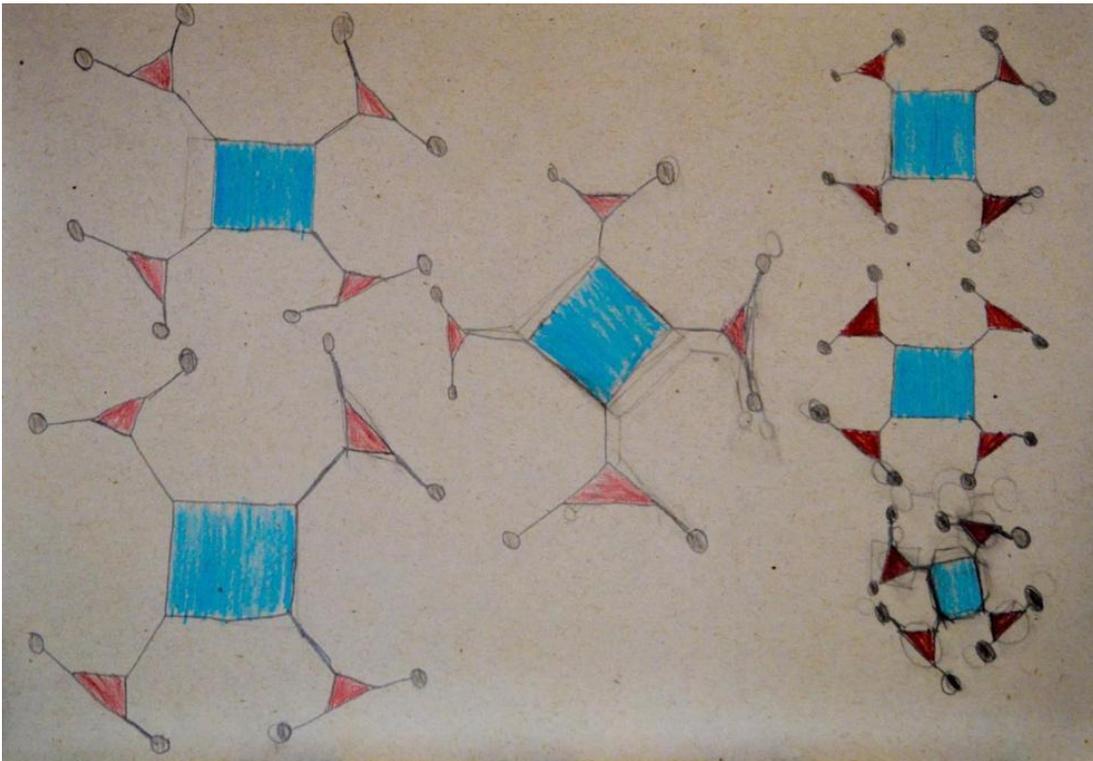
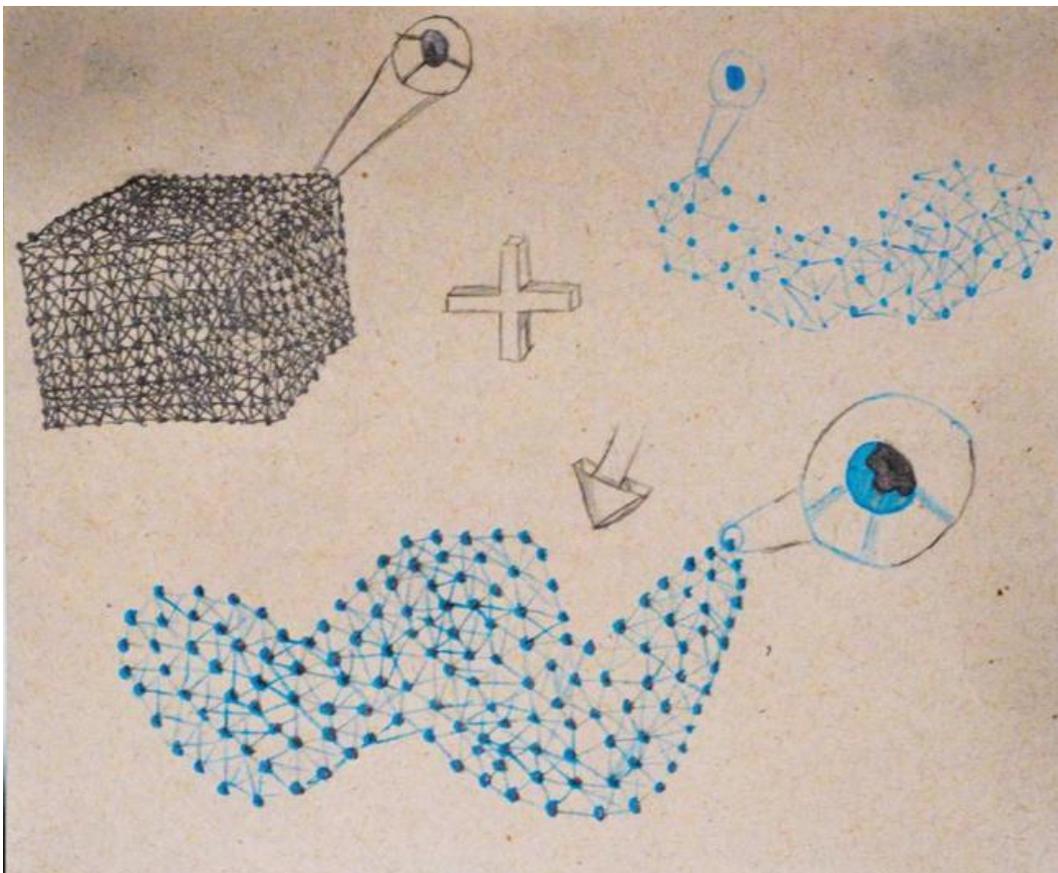


Figura 3: Solubilização do açúcar feito pela ação da água.



No primeiro desenho notamos a preocupação do estudante em demonstrar a organização molecular da água em seus diferentes estados físicos, enquanto no estado sólido, ela possui uma organização mais compacta com poucos espaços livres, já no estado líquido a água possui maior espaçamento intermolecular. Na segunda figura podemos observar uma lógica semelhante, na esquerda a água líquida precisa de espaços maiores, enquanto na direita, no estado sólido, as moléculas necessitam menos espaço entre elas. O terceiro desenho representa o que seriam as moléculas de açúcar (esquerda) na presença de moléculas de água (direita) e o resultado dessa combinação (centro), com um zoom para mostrar o detalhe dessa sobreposição.

Sob a óptica da análise através do obstáculo epistemológico realista, o que podemos observar é uma preocupação em ilustrar a água com a cor azul nos três casos, seja ela macroscópica (Figura 1) ou a nível atômico (Figuras 2 e 3). Através desses desenhos podemos realizar inferências a respeito das referências imagéticas dos estudantes em que eles se depararam com situações em que a água era associada à cor azul como, por exemplo, o azul piscina, o azul do mar e o planeta azul quando junto do termo planeta água.

Na segunda sequência de imagens escolhidas buscamos exemplos que não fossem representações da água, dessa forma evitamos que não houvesse a associação do obstáculo à substância água e sim ao raciocínio. Para esse exemplo houve o caso de dois estudantes que tentaram representar moléculas de cobre (Figura 4) e ferro (Figura 5) ambas sofrendo oxidação.

Figura 4: Cobre sofrendo reação de oxirredução.

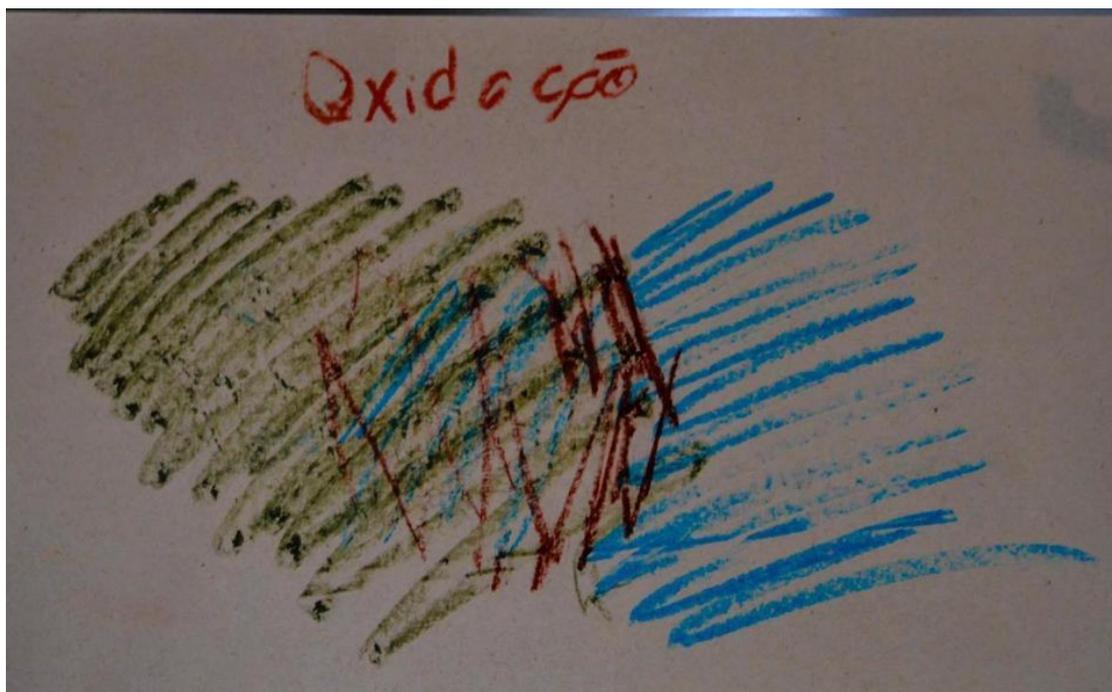


Figura 5: Ferro sofrendo reação de oxirredução.



Na primeira imagem observamos o cobre que possui uma cor verde, acontece algum tipo de interferência e, após ela, a substância muda para um tom azul. Já na segunda imagem temos a representação do ferro e ao sofrer uma

reação, indicada pela seta reacional, muda de cor para um tom alaranjado/amarelado fazendo alusão à ferrugem. No entendimento de ambos temos que ao ocorrer uma reação, esta pode ser evidenciada ao mudar a cor da substância que é objeto de estudo, logo, a nível atômico, os átomos mudam de cor ao passar por esse processo. Novamente podemos fazer inferências a respeito do imagético dos estudantes em que eles se depararam com essa mudança de cor através de suas vivências, mas que não existiu a problematização a respeito da relação cor-átomo.

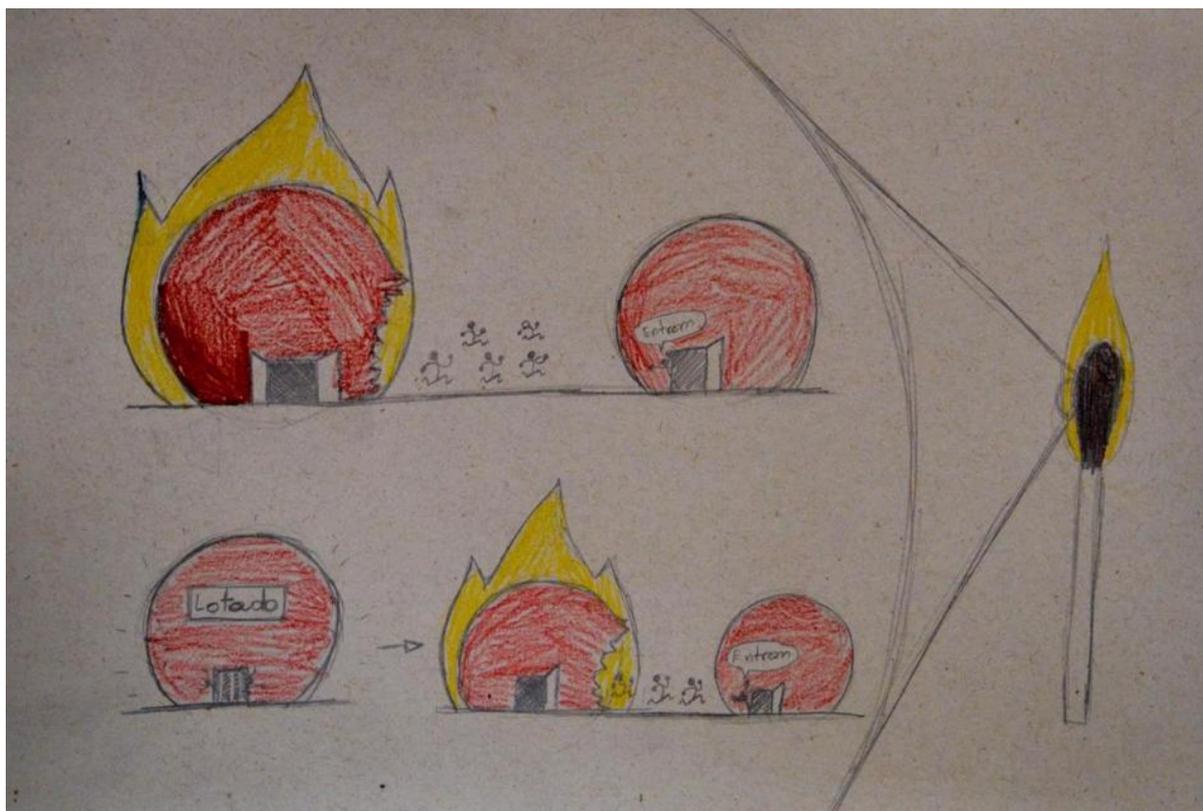
Claro que estamos solicitando um exercício de imagem aos estudantes e essa forma de desenhar dos docentes junto ao nosso olhar perspectivado dá algumas pistas de como pode direcionar os conhecimentos em sala de aula. Nesse sentido, a identificação de um obstáculo realista pode ser problematizado quando se fizer presente, objetivando diminuir ou anular sua influência na necessária imaginação do mundo invisível e teórico das estruturas atômicas.

5.1.2 O obstáculo Animista

O obstáculo animista busca mostrar as diferentes características que uma substância possui, estas que não podem ser utilizadas pelo nível atômico, pois fazem referência a pessoas, à ânima. Nos desenhos feitos pelos estudantes notamos a presença desse obstáculo epistemológico ao notar o engajamento para tentar representar os átomos com sentimentos ao longo dos processos físico-químicos envolvidos. Os próximos desenhos mostram que o animismo se faz presente independente do processo, pois o obstáculo é característico de um raciocínio, como foi mostrado no realismo.

No primeiro desenho (Figura 6), o estudante tentou representar a sua percepção a respeito de como ocorre a combustão de um palito de fósforo, onde um átomo - representado por cada grão no fósforo - ao atingir um limite de capacidade de pessoas entra em combustão e isso possibilita a transferência de calor para um átomo seguinte, este representado pelo grão rompido e as pessoas se direcionando a um próximo átomo, do qual se repete ao longo do desenho.

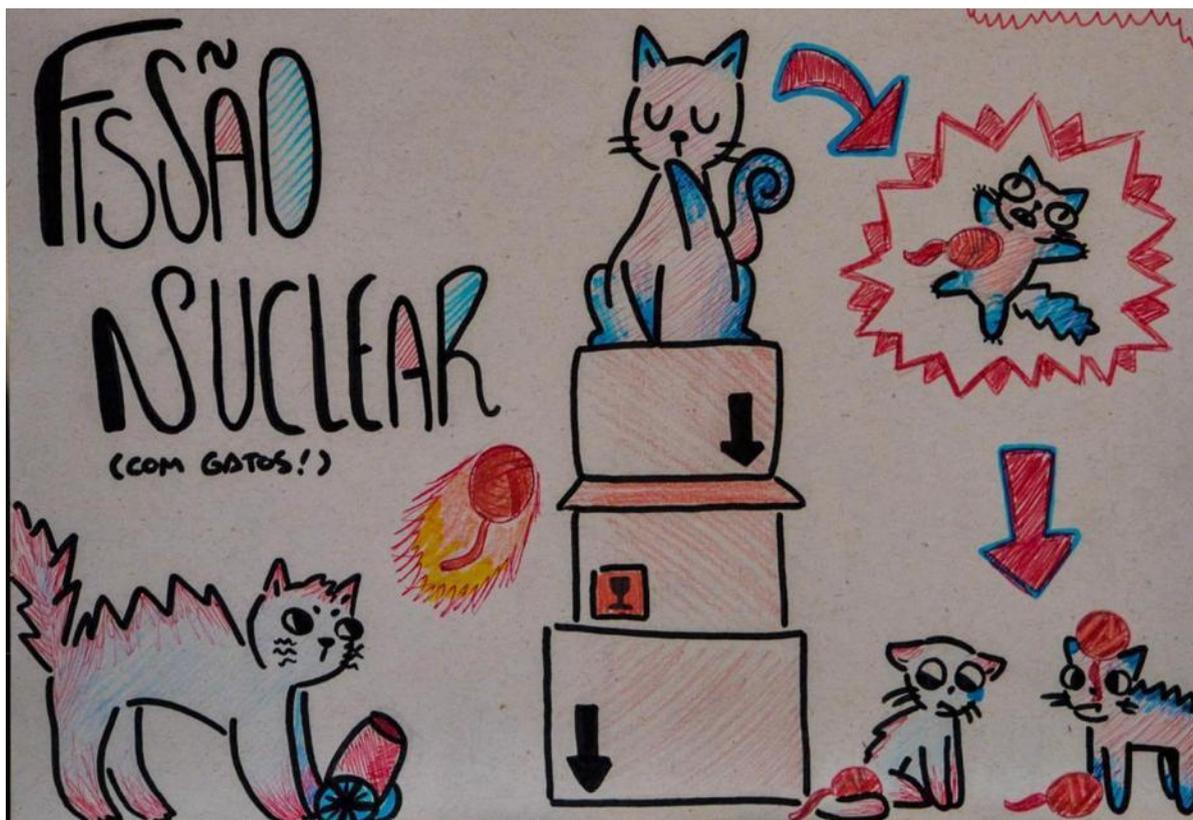
Figura 6: Combustão de um palito de fósforo.



Para o estudante existe alguma relação entre o movimento dos átomos (ou partículas) e a condução de energia térmica, além de uma ideia de capacidade térmica máxima.

No segundo desenho (Figura 7) temos a representação de um fenômeno que foi pedido por um estudante ao longo da oficina, o de representar a fissão nuclear através de gatos. Isso é um demonstrativo do ambiente de livre criatividade que foi incentivado ao longo da oficina, a ponto de um estudante sugerir criar uma representação de um fenômeno que ele tivesse referências prévias. Na esquerda temos um gato com um canhão que disparou um novelo de lã em direção a um outro gato despreocupado que está no alto de caixas. Ao ser atingido pelo novelo, o gato aparenta estar surpreendido e o resultado, representado pela seta reacional, desse choque é a formação de outros dois gatos com as cores do que foi atingido. Os gatos estão confusos ao final e outros dois novelos de lã são apresentados no desenho, além do original.

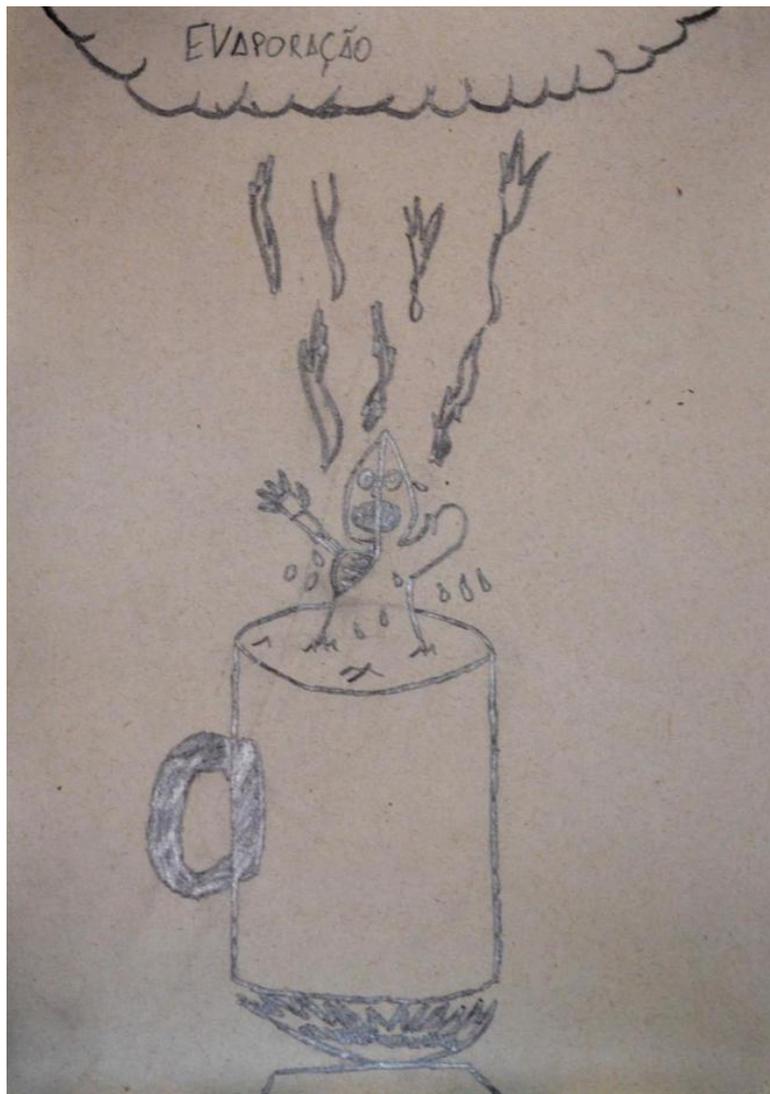
Figura 7: Fissão nuclear representada através de gatos como átomos.



Os sentimentos dos gatos são uma preocupação constante, assim como a ideia de energia representada pela altura ao qual o gato atingido e os dois novos gatos são apresentados.

Por último temos a evaporação da água sendo representada por uma caneca com uma fonte de calor embaixo (fogo) e liberando vapor, este representado por uma pessoa boquiaberta, com olhos esbugalhados e perdendo sua camada exterior, deixando amostra seus ossos (Figura 8).

Figura 8: Evaporação da água.



Novamente observamos a preocupação em representar o ânimo de substâncias que não são detentoras de tais características e a relação criada pelo estudante entre o estado físico vapor com uma possível relação entre o que ocorre com uma pessoa ao morrer.

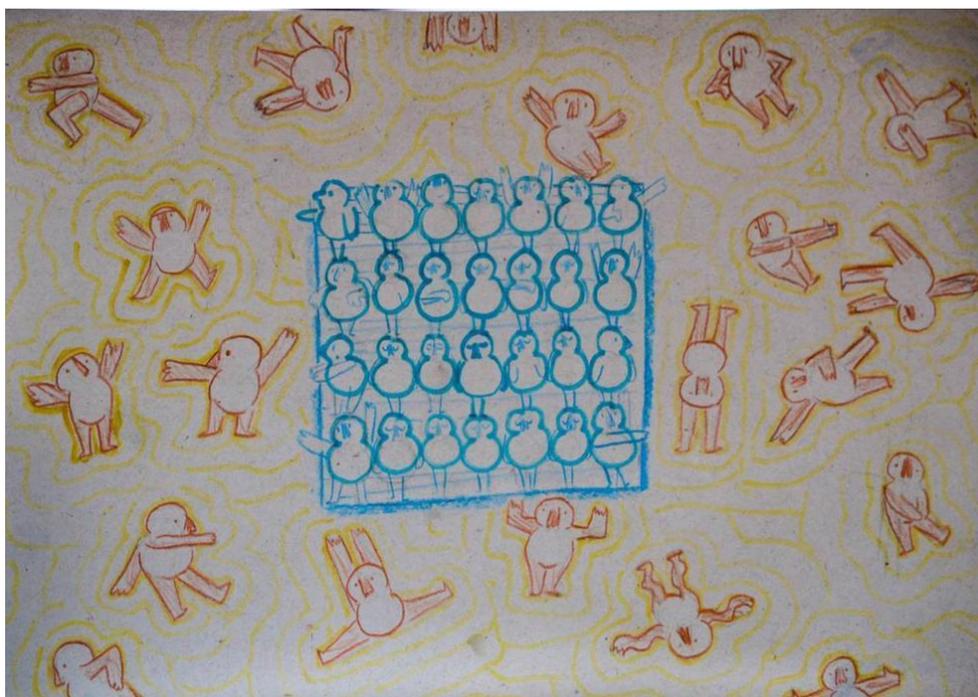
Há que se destacar que é muito interessante perceber a potência imaginativa dos desenhos e a capacidade de tradução que eles proporcionam. O animismo tem essa característica, tornar reconhecível o impensado, mas assim como traduz ele imprime na aprendizagem dois problemas comuns: o animismo traz consigo uma carga de (pre) conceitos, e, por outro lado, uma adição do elemento “vontade” que distorce conhecimento científico e obstruía criação e a abstração.

5.1.3 O Obstáculo Verbal

Quando atuamos diante de uma turma de estudantes utilizamos os recursos da linguagem para tentar aproximar a linha de pensamento da teoria científica, mas, por vezes, essa fala pode oportunizar a criação de um obstáculo verbal. Os desenhos dos estudantes mostram uma mescla de obstáculos com a presença do verbal sendo destacada ao tentar explicar a ideia de “movimento” nos diferentes fenômenos analisados.

No primeiro desenho desta nova sequência de imagens (Figura 9) temos a transição do estado físico da água com átomos sendo representados por patos. Os patos que estão no cubo representam a água no estado sólido, quanto mais próximos do centro menor a liberdade de movimento e conforme se aproximam das pontas conseguem se mexer mais. O estado líquido é representado por patos com liberdade o suficiente para se exercitarem de diferentes formas, seja pulando, alongando ou dançando. Os patos no estado líquido ainda possuem uma espécie de campo vibracional em sua volta.

Figura 9: Transição dos estados físicos representada pelo movimento de patos.



Como dito anteriormente, apesar do animismo ser evidente nesse caso, vamos alterar o foco da discussão para o obstáculo verbal presente na representação, a ideia de movimento. Para o estudante, a liberdade de movimento (e o próprio movimento) de um átomo é semelhante ao do ser humano. Podemos criar a inferência de que o “movimento atômico” entendido pelo estudante é o de exercício físico.

No segundo desenho escolhido para análise através da óptica desse obstáculo epistemológico, temos a representação da combustão de uma vela sendo feita por um homem correndo numa esteira dentro da chama (Figura 10).

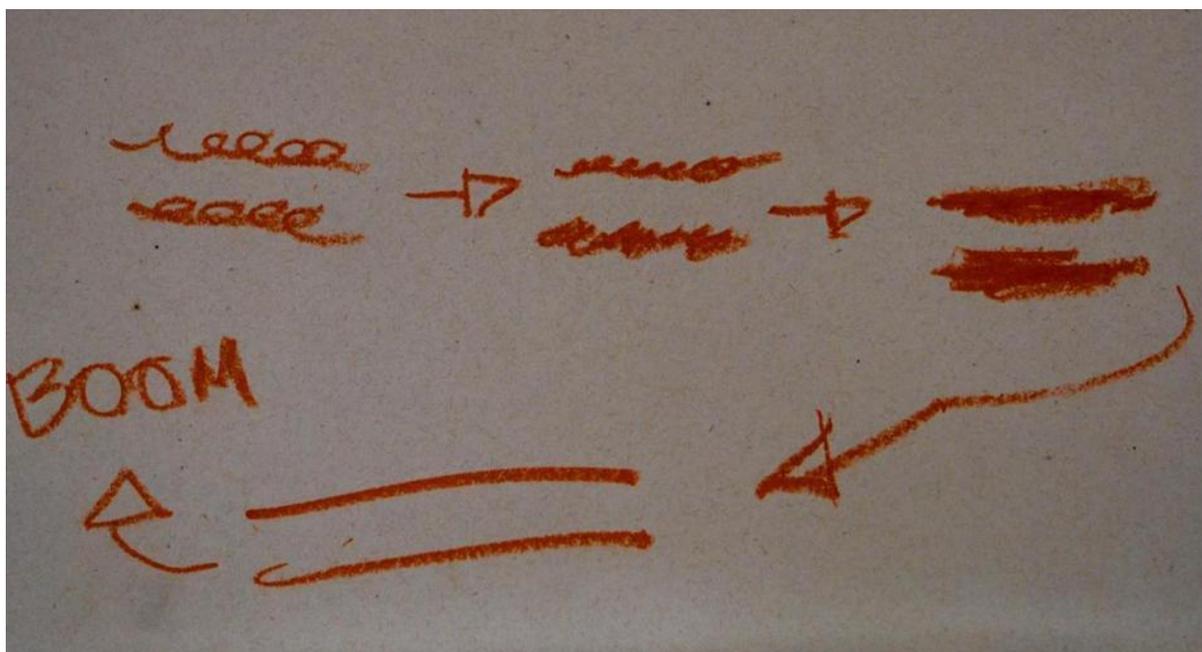
Figura 10: Combustão de uma vela representada por um homem correndo na esteira.



Novamente temos a relação do exercício físico com a ideia de movimento atômico, mas com uma nova interface, a do movimento associado ao fogo. A ideia de energia agora é vinculada ao movimento, a chama possivelmente tem uma relação com quão rápido o homem corre também, pois quando ele para, a chama deve apagar. Aqui notamos uma nova palavra que pode oportunizar a presença do obstáculo verbal: “correr”.

Os restantes dos desenhos nos trazem a ideia de energia sendo empregada em paralelo ao movimento. Gaston Bachelard em sua obra, que foi analisada aqui diversas vezes, aponta que os estudantes têm um fascínio pelo fenômeno da explosão e faz algumas inferências a partir do relato destes. No próximo desenho (Figura 11) notamos a presença da representação da sonoplastia referente a uma explosão, “BOOM”, ao final de um processo reacional no qual os átomos eram mais e mais agitados e, ao liberarem essa explosão, permaneciam imóveis.

Figura 11: Representação de átomos ganhando energia até uma explosão.

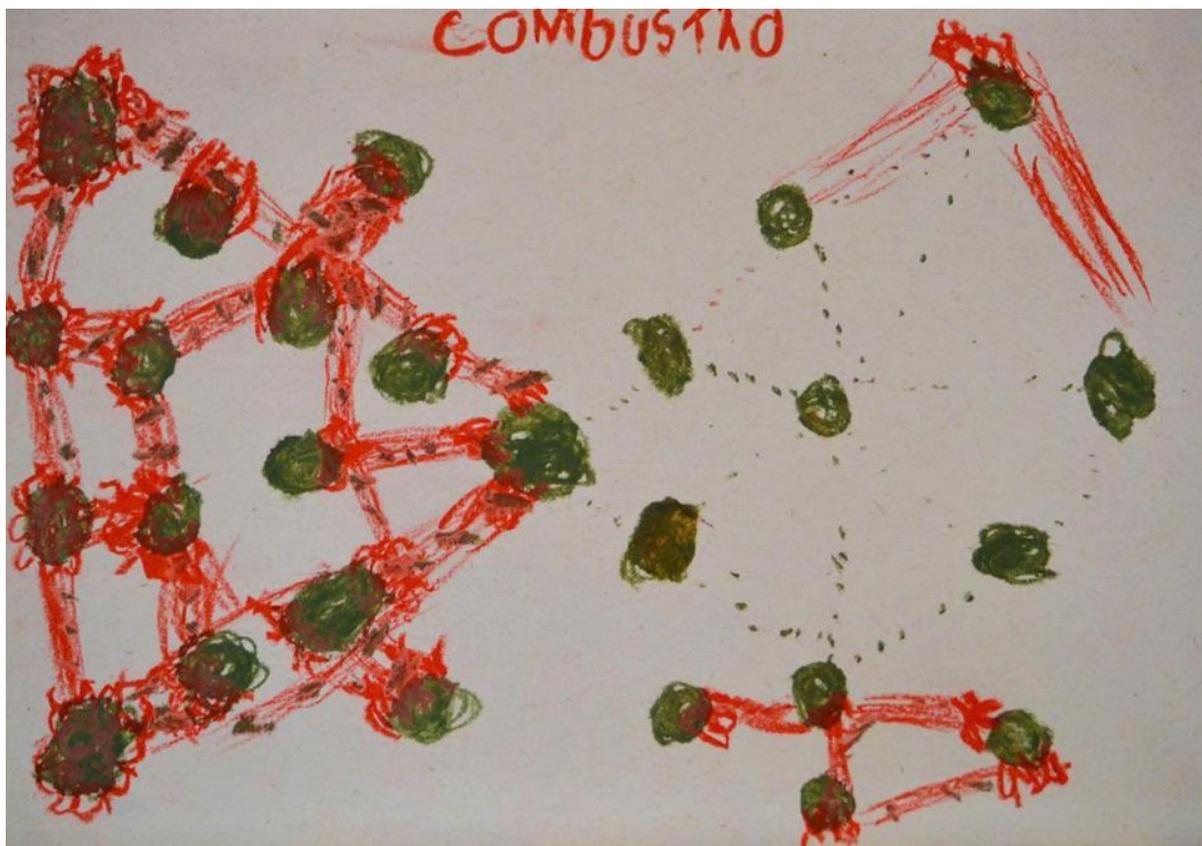


O obstáculo verbal pode ter sido oportunizado pela ideia de átomos liberarem energia ao serem estimulados. Lembrando que a atividade foi realizada com estudantes do nono ano que já haviam tido a sequência didática referente a modelos atômicos e a ideia sobre distribuição eletrônica, assim como a explicação

sobre a luz - emissão de um fóton por um elétron excitado que ao retornar a configuração eletrônica mais estável libera esse pacote de energia -, ou seja, o estudante pode ter feito a inferência de que esse fenômeno é na proporção de uma explosão por conta das palavras utilizadas durante a explicação.

No último desenho dessa sequência (Figura 12) também conseguimos observar a ideia de movimento, mas, dessa vez, como uma passagem de energia térmica entre um átomo e outro (combustão). O estudante representou os átomos como bolas verdes, elétrons entre estes como pontos menores e a passagem de calor através de riscos vermelhos.

Figura 12: Representação de uma reação de combustão com enfoque na passagem de calor.



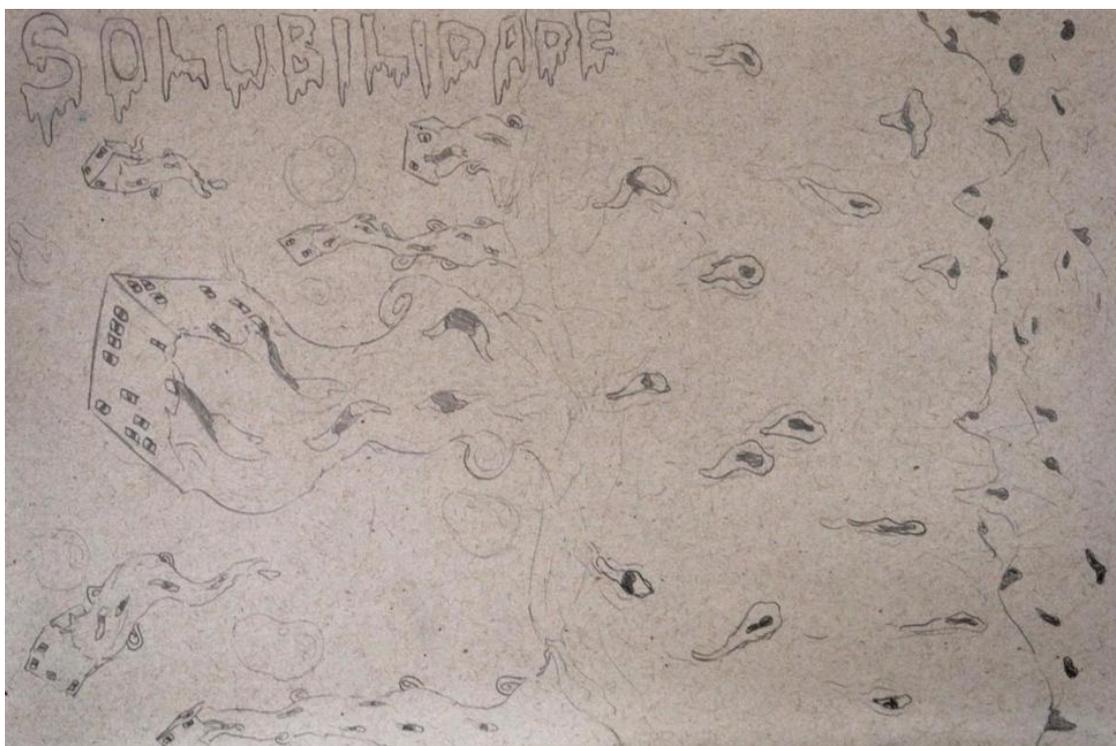
O estudante tenta representar como ocorre o fenômeno da transferência de energia interatômica. Neste caso notamos que, para ele, como os átomos ligam-se através de ligações químicas, a passagem de energia deve ser através, também, das partículas responsáveis por esse “caminho”, os elétrons.

O obstáculo verbal, dentro desse conjunto de obstáculos, pode ser considerado o mais fácil de ser oportunizado e um dos mais difíceis de ser percebido, pois se faz presente através da linguagem³ utilizada nos processos de ensino-aprendizagem. Por conta de tal característica, a atenção diante do conjunto de símbolos utilizados durante as trocas pode oportunizar o destaque do obstáculo e, assim, ser problematizado.

5.1.4 O Obstáculo Substancialista

Quando foi discutido sobre o obstáculo substancialista refletimos sobre o lugar do observador frente ao objeto de estudo. Ao realizar os desenhos, por outra via, o “observador” em questão é o próprio autor do qual tenta implicar ao fenômeno sua percepção através de características bem definidas. É o caso da solubilização na Figura 13, a qual é compreendida aqui como uma espécie de derretimento da própria substância.

Figura 13: Representação do fenômeno de solubilização.



³ Linguagem aqui entendida como o meio pelo qual pode ser comunicada uma ideia, que pode ser através de qualquer conjunto de signos convencionais.

Este exemplo é bem característico pela confusão de propriedades que o estudante expressou no seu desenho, caso não fosse escrito que se trata da “Solubilidade” (no título), poderíamos entender que este representa a mudança de estado físico (fusão). Ao atribuir uma propriedade a uma substância que a não detém é o obstáculo substancialista que está impossibilitando a consciência científica de ser atingida. A criação de um desenho distante de um experimento real (ou analogias, mais genericamente) auxilia a inventividade e, dessa forma, a possibilidade de criar uma representação repleta de induções e convicções subjetivas.

O ensino de química é repleto de experimentos que fornecem um recurso didático poderoso para o combate do senso comum e do obstáculo substancialista. Após evidenciada a presença deste obstáculo, uma das possíveis formas de atuação do professor, no processo de combate, pode se dar através da utilização de experimentos que confrontam a ideia obstaculizada inicial do estudante com a ideia problematizada posterior à realização e, dessa forma, exercitar a consciência científica de uma maneira ativa.

5.2 A abstração antes do desenho

Quando começamos com a proposta de trabalho nunca pensamos em utilizar a teoria piagetiana, mas ao observar as representações dos estudantes nos perguntamos diversas vezes qual a linha de pensamento que eles tiveram para falar conosco com tais desenhos. Ao tentar responder tal questionamento, fomos ao encontro da teoria de Jean Piaget, motivado pelo caminho cursado e experimentações vividas ao longo da graduação.

Jean Piaget, como foi, apresentado anteriormente, um psicólogo cognitivista que criou a associação entre dois tipos de comportamento, a experimentação e a abstração reflexionante, e sobre como ocorre a abstração de um conhecimento. Para ele, o que diferencia o processo de abstração é a possibilidade de refletir sobre um determinado objeto de estudo, quando essa reflexão é só sobre esse objeto temos um determinado grau e quando essa abstração é feita sobre a ideia abstraída

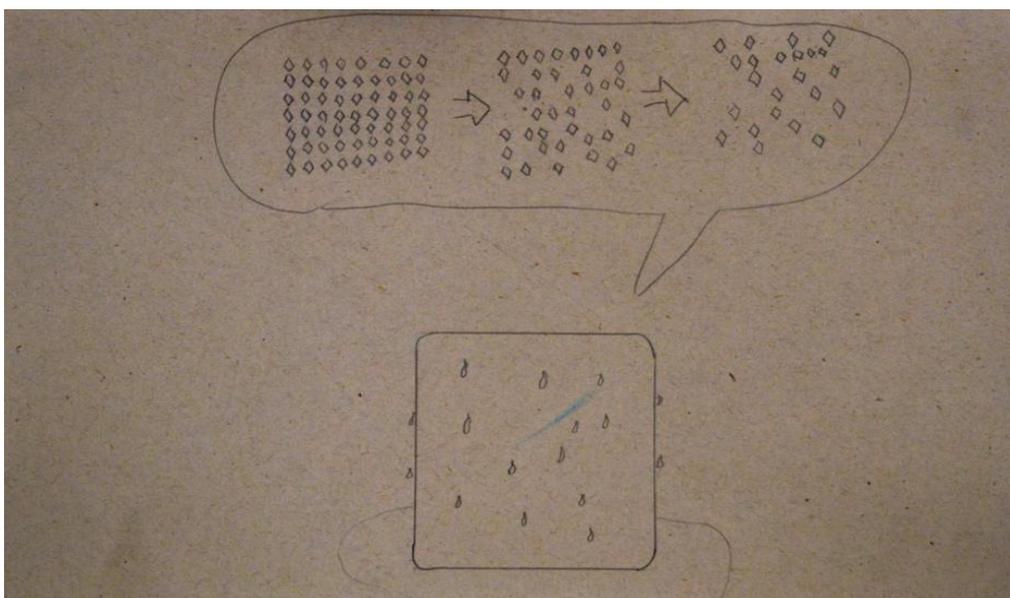
anteriormente, temos outro. A análise dos desenhos foi feita tendo essa referência em mente, dos quais foram classificados em dois grandes grupos: a abstração do objeto de estudo e a abstração da ideia sobre o objeto de estudo.

5.2.1 A abstração do objeto de estudo

Podemos notar essa linha de raciocínio ao observar certos elementos dentro dos desenhos, sendo os principais referências do próprio percurso ao longo da disciplina de química que eles tiveram até então. Quando os estudantes assimilam e reproduzem o conhecimento é um indício de que houve uma reflexão sobre o que foi estudado. Essa reprodução pode ter sido influenciada por um comportamento derivado da experimentação, seja ela física (presenciar um experimento) ou lógico-matemática.

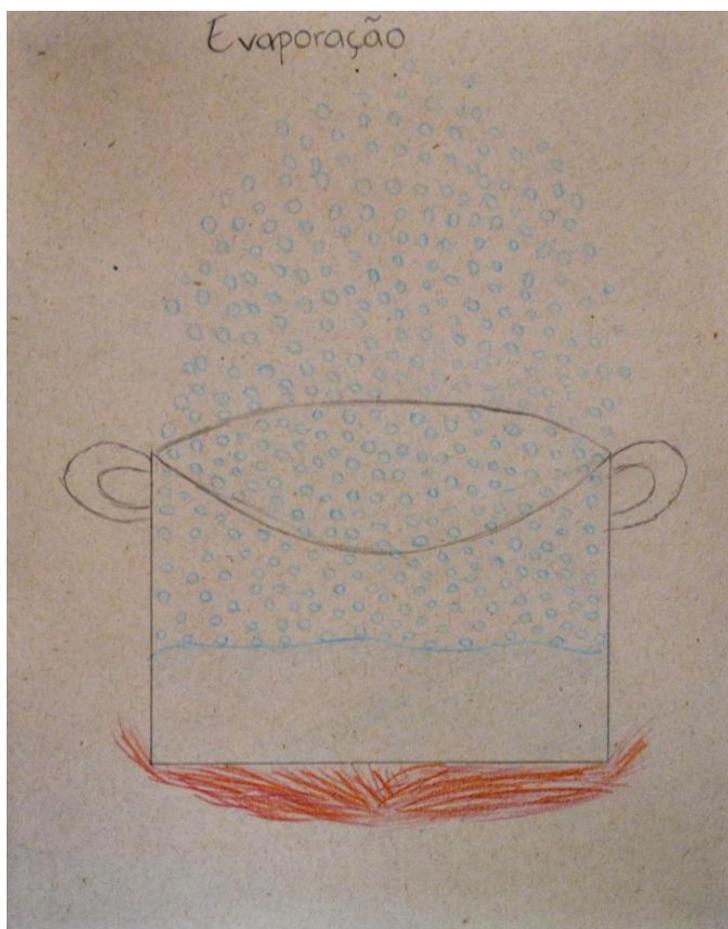
No primeiro desenho apresentado nesta análise (Figura 14), a transição de estado físico da água com enfoque à organização molecular de acordo com a energia, podemos destacar a influência de ambas experimentações, onde o estudante usa como referência um fenômeno presenciado por ele (fusão) e uma lógica trabalhada no contexto escolar (organização atômica de acordo com a energia).

Figura 14: Representação da transição do estado físico da água.



No próximo desenho (Figura 15) notamos novamente a presença de elementos que nos sugerem o vínculo de ideias através da experimentação. O estudante representou a evaporação da água dentro de uma panela ao ser aquecida por uma fonte de calor. O estudante entende que a água que diminui o volume dentro da panela não desaparece, mas sim ocorre a passagem para o estado gasoso. Essa representação é consequência de uma reflexão acerca de uma experiência vivida, possivelmente o preparo de algum alimento, em paralelo com o que foi visto no decorrer das aulas (transição de estados físicos).

Figura 15: Representação da evaporação da água por uma fonte de calor.



Entender o lugar de fala do estudante através da perspectiva piagetiana pode auxiliar o docente a planejar sua aula de uma forma que contemple o lugar cognitivo atual do estudante. Contemplar nesse caso significa, em outras palavras, fornecer

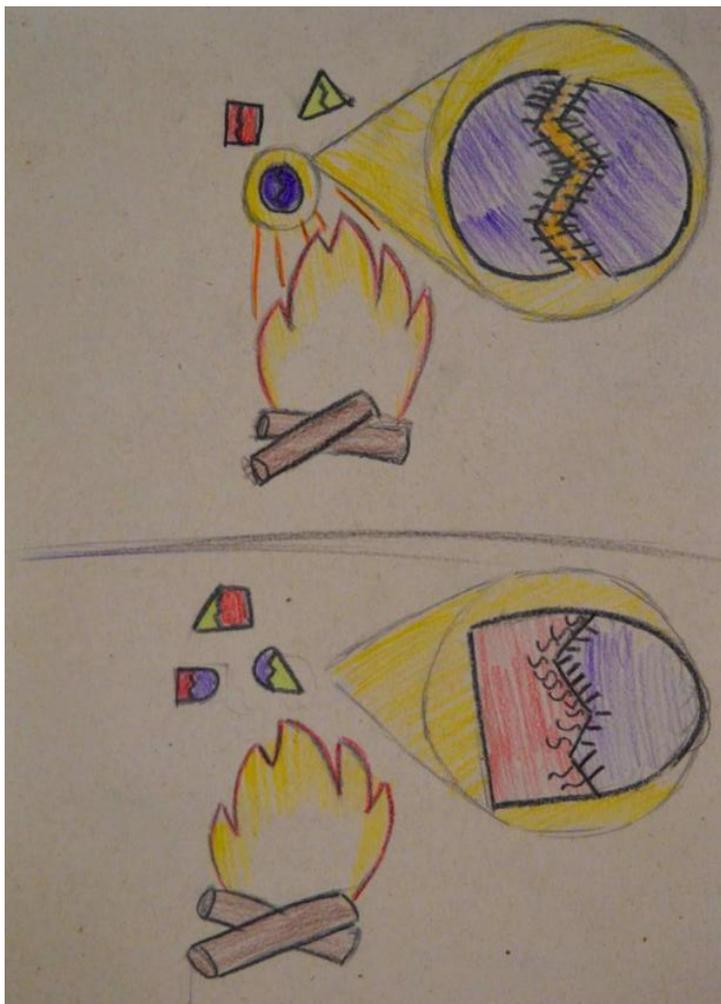
as possibilidades e problematizações necessárias para que auxilie o estudante em seu desenvolvimento através de reflexões, e, dessa forma, o estudante ser protagonista em seu processo de obter consciência do próprio conhecimento. Dentro desse contexto, os desenhos fornecem um amplo espectro de atuação do estudante para criar essa análise, do qual usa o seu produto com o auxílio do docente como mediador do processo.

5.2.2 A abstração da ideia sobre o objeto de estudo

Quando abordamos a teoria de Piaget, num primeiro momento, enfatizamos o conceito sobre a *abstração reflexionante*, o movimento de derivar uma ideia e refletir sobre cada parcela para depois integrar uma nova ideia principal, um movimento constante e que a cada resultado amplia a discussão e a futura análise. Utilizando essa óptica, observamos os desenhos procurando um movimento do qual o estudante parte de uma base de raciocínio e faz um processo a mais, o de derivar aquele conhecimento para criar uma análise futura e, assim, continuar o seu processo. Apesar de termos trabalhos concluídos para analisá-los (os desenhos), é importante enfatizar que a abstração reflexionante não pode ser definida por um ponto final, pois ela é constante.

Para demonstrar a presença do movimento descrito anteriormente foram escolhidos dois desenhos que representam a combustão de diferentes materiais, mas em ambos há inferências. No primeiro (Figura 16) temos a combustão da madeira sendo representada em dois momentos, um antes e depois, e em ambos foi desenhado um zoom do que estaria acontecendo no material queimado. O primeiro momento representa o rompimento da ligação química na presença de outros átomos, já no segundo é mostrada a formação de novas substâncias a partir da reação entre os átomos da madeira e aqueles que estavam em volta.

Figura 16: Desenho sobre a combustão da madeira.



No segundo desenho dessa sequência (Figura 17), temos também uma combustão sendo representada, mas dessa vez de outro material. Esse material tem uma cor marrom (alusão a tijolos) e está sendo queimado na presença de uma atmosfera azul. O desenho utiliza de uma seta reacional para representar o produto dessa combustão, átomos que se uniram, um átomo provindo do material para dois átomos da atmosfera azul.

Figura 17: Representação da combustão de tijolos.



Nos dois desenhos notamos um movimento por parte dos estudantes, o de que o fenômeno observado - a queima de um objeto e o desaparecimento dele - na realidade é a transformação da matéria que está em percurso. No primeiro caso, o estudante compreende que há uma ligação prévia e a energia da chama ocasiona o rompimento dessas ligações químicas e em ambos notamos a inferência de que a reação ocorre na presença de atmosfera, incluindo a inferência que esta fornece os átomos para a formação dos produtos. Essa linha de raciocínio é uma evidência de que houve uma problematização a respeito da ideia do objeto de estudo (o fenômeno da combustão) em que os estudantes separam as variáveis - material a ser queimado, a presença de uma fonte de energia e a ideia de ligação química -, refletem sobre o que significa cada uma delas e as unem numa representação.

5.3 Identificando os subsunçores

Entendendo que podemos ter diversas linhas de raciocínios diante de nós, principalmente quando passamos a pensar sobre o tipo de experimentação que os estudantes tiveram. A pergunta se sustenta em investigar se os estudantes estão apenas reproduzindo o que viram em aula, ou seja, uma perpetuação dos modelos atômicos clássicos estudados, ou se estariam de fato realizando a produção de

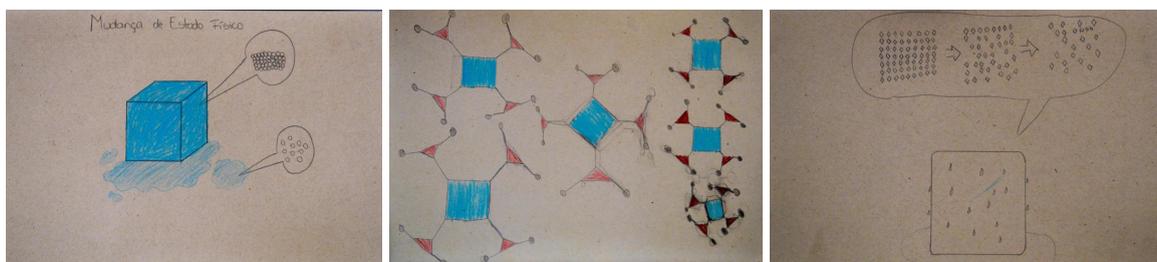
modelos representacionais próprios. A teoria de aprendizagem de David Ausubel possibilita utilizar de dois grupos classificatórios para podermos afirmar sobre qual dos dois campos os estudantes estão, o da *aprendizagem mecânica* (assimilação e reprodução) ou o da *aprendizagem significativa* (a criação de novos modelos).

5.3.1 Assimilação e reprodução

Foi apresentado anteriormente que os estudantes já haviam passado pela sequência didática sobre modelos atômicos e ligações químicas, ou seja, no momento da oficina, havia uma referência fornecida pelo contexto escolar sobre átomos e a maneira como eles interagem. O que vamos analisar nessa primeira classificação é a potencialidade que os estudantes apresentaram para criar suas representações. Entendemos que o desenho pode ser produto de uma lógica assimilada passivamente, sem tanta problematização, do qual o estudante perpetua um conhecimento sem relacioná-lo com seu contexto.

Observando as figuras 1, 2 e 14 analisadas anteriormente podemos notar a presença de algumas similaridades, justificado pelo ponto de partida dos estudantes, o contexto escolar. Esses desenhos nos mostram representações dos átomos que são comuns de serem vistos em livros didáticos e a preocupação em repetir essa ilustração de maneira fidedigna nos aponta que houve uma assimilação do conceito e uma apropriação da ilustração de forma passiva. Tais características definem o processo de ensino-aprendizagem conhecido como *aprendizagem mecânica*, como foi visto anteriormente.

Figuras 1, 2 e 14.



A aprendizagem por assimilação é interessante num primeiro contato com os estudantes, mas entendemos que os movimentos que ocorrem dentro da sala de aula devem possibilitar que os mesmos sejam capazes de quebrar as barreiras desse tipo de aprendizagem e assim ressignificar essa experiência. Ao ficarem limitados a exemplos oriundos dos professores sem a possível inferência e participação ativa, o estudante pode entrar no conforto do obstáculo da experiência primeira, como discorrido anteriormente e evidenciado no parágrafo anterior. Acreditamos que o mais adequado para se combater esse tipo de obstáculo e ocorrer uma *aprendizagem significativa* passa, primeiro, por um ambiente ao qual o estudante seja incentivado a se expressar (na linguagem em que ele se sentir mais confortável) e participar da construção do conhecimento mediada pelo docente. Nesse sentido, se a escolha teórica dos docentes for ausubeliana, é importante considerar a liberdade de expressão em suas diferentes formas de abordagem.

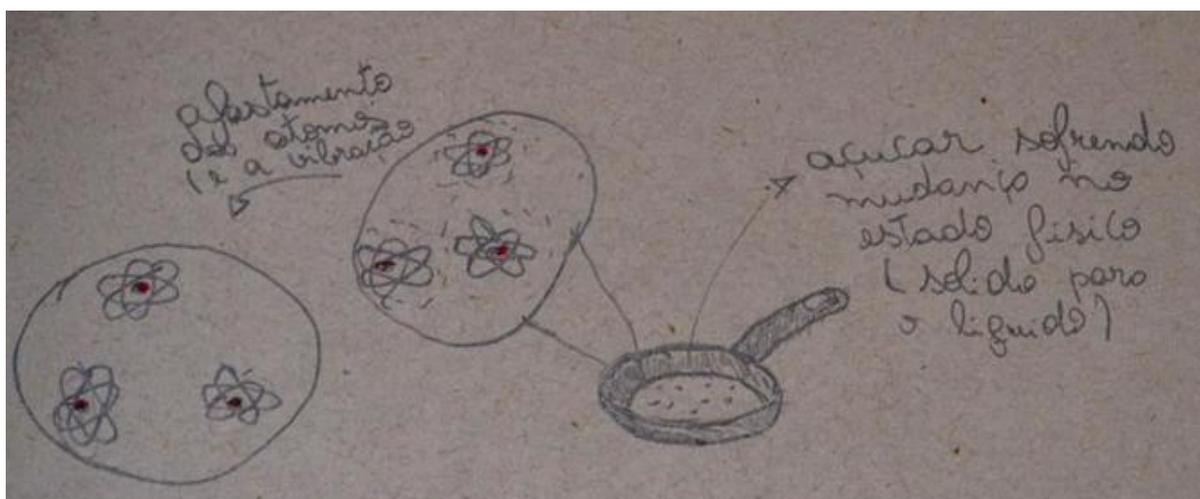
5.3.2 Criando novos modelos

A *aprendizagem significativa* foi definida como um processo do qual o estudante tem um papel ativo, interesse em participar e criar vínculos com os conceitos vistos num primeiro momento de forma passiva com seus subsunçores, uma mescla entre criar e assimilar portanto. Lembramos de que quando a oficina foi oferecida, os estudantes puderam escolher se queriam ou não participar, configurando, assim, de que eles tinham interesse no processo. Foi exemplificado anteriormente alguns casos em que houve a assimilação de alguns conceitos, já para essa classificação escolhemos alguns casos em que houve um processo a mais de criação e dessa forma pode ser observado também o espectro cultural do estudante.

Na Figura 18 podemos notar a mudança de estado físico novamente, mas com novas inferências. O exemplo trazido pelo estudante não foi o clássico dos livros (que era a água), mas sim o açúcar sendo aquecido numa espécie de frigideira com uma legenda: “açúcar sofrendo mudança no estado físico (sólido para o líquido)”. O estudante também escreve em cima de uma seta reacional que o aquecimento provoca o “afastamento de átomos (e a vibração)”. Essas informações

nos trazem as inferências de que o movimento do átomo é que muda ao ser aquecido e por conta disso provoca um afastamento intermolecular e uma nova organização molecular. Essas inferências sobre os estados físicos foram apresentadas também em outro momento neste capítulo, na Figura 9.

Figura 18: Desenho da fusão do açúcar.



Entendemos que o movimento por trás do que configura o processo de ensino-aprendizagem como significativo não seja o suficiente para afirmar de que não foi oportunizada a existência de um obstáculo epistemológico, mas sim o contrário, esse processo fornece um recurso poderoso de destaque do estudante ao qual podemos observar e criar inferências para a sua construção. A partir desse destaque podemos, como docentes, planejar nossas aulas de forma que dialogue com a realidade e subsunções diversos que a sala de aula pode e vai nos apresentar, criando um laço baseado na atenção contínua na relação estudante-professor, que tem como objetivo comum o aprendizado geral das duas partes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disciplina de química muitas vezes é associada a uma dentre as ciências da natureza como a mais dura e vertical (em relação à interação professor-estudante), mas ao realizar a oficina com os estudantes fora da rotina tradicional, a experiência foi de que essa concepção pode ser ressignificada. A interação constante do discente com o professor no decorrer da oficina possibilitou momentos de entretenimento em conjunto e de aprendizado livre de julgamentos. A utilização de diversos recursos para a manifestação das ideias dos estudantes no papel e a escuta ativa frente ao que era comunicado por eles forneceu o protagonismo necessário tão discutido neste trabalho. Os estudantes se sentiram contemplados dentro da sua individualidade de modo que todos participaram da atividade e quiseram explicar suas representações sobre como entendiam um determinado fenômeno e inclusive pediram que a atividade fosse realizada mais vezes. Unindo todas essas características a mais o fato da proposta ter sido comunicada de uma maneira em que cativasse a atenção dos estudantes, ministrar a atividade lúdica no espaço destinado à disciplina de química foi fluída e sem problemas frente a proposta.

Essa vontade de comunicar a representação própria pode ser notada no empenho em desenhar pelos estudantes, do qual sentiam a necessidade de criar o produto mais fidedigno possível a suas ideias. O primeiro momento de análise, em que apenas foi identificado do que se tratavam os trabalhos, foi repleto de entusiasmo e empolgação pela quantidade de símbolos presentes em cada produto e a preocupação em representá-los. Ao observar cada desenho é evidenciada também a individualidade dos estudantes o qual torna o processo pessoal e mais interessante.

Num segundo momento e com um olhar mais atento foi possível observar algumas concepções frente aos conceitos químicos e, pelo percurso na graduação, foi feita uma análise bachelardiana sobre o que poderia estar acontecendo no entendimento do estudante. Essa individualidade, se investigada, transmite um conjunto de signos que estão presentes no subconsciente do estudante, mas que

são representados através de seus trejeitos durante a oficina e maneirismos no desenho. Ao tentar decifrar esse conjunto de signos ao olhar para o desenho representado e sua potência para o ensino, passamos pela obra de Bachelard que já nos servia de referencial teórico, mas encontramos desenhos em que encontramos respaldo de outros autores para avaliar, como Piaget e Ausubel.

Quando os estudantes realizam atividades didáticas das quais conseguem desempenhar o ato de criar usando seus próprios recursos linguísticos para comunicar ideias, podemos mapear de maneira eficaz o seu lugar de fala e criar uma aula que respeite o seu momento. Todos os estudantes têm direito a uma educação digna que respeite a sua capacidade cognitiva e um dos papéis do professor é de fornecer meios para o desenvolvimento desta, combatendo os obstáculos epistemológicos que possam surgir no processo de ensino-aprendizagem e, dessa forma, ter uma aprendizagem significativa para auxiliar na formação da consciência crítica e científica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. **São Paulo: Moraes**, 1982.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

EICHLER, Marcelo. Os modelos abstratos na apreensão da realidade química. **Educación Química**. 12. 61-71, 2001.

FONSECA, Claudia. Quando cada caso não é um caso. **Revista Brasileira de educação**, v. 10, n. 1, p. 58-78, 1999.

GATTI, Bernadete Angelina. A construção metodológica da pesquisa em educação: desafios. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação-Periódico Científico editado pela ANPAE**, v. 28, n. 1, 2012.

GOMES, Henrique José Polato; DE OLIVEIRA, Odisséa Boaventura. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. **Ciências & Cognição**, v. 12, 2007.

HERRON, J. Dudley. Piaget for chemists - explaining what "good" students cannot understand. **Journal of Chemical Education**, Easton, v 52, n.3, p. 146-150, mar, 1975.

LOPES, Alice Casimiro. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno brasileiro de ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 248-273, 1996.

PAZINATO, Maurícus Selvero; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. Oficina temática composição química dos alimentos: uma possibilidade para o ensino de química. **Química Nova na escola**, v. 36, n. 4, p. 289-296, 2014.

PELIZZARI, Adriana et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

PIAGET, Jean. Psicologia e epistemologia: por uma teoria do conhecimento. trad. **Agnes Cretella**. São Paulo: **Forense**, 1973.

PIAGET, Jean; REFLEXIONANTE, Abstração. relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. **Tradução de Fernando Becker e Petronilha Beatriz Gonçalves da Silva**. Porto Alegre: **ARTMED**, 1995.

SEBER, Maria da Glória. Piaget: O diálogo com a criança e o desenvolvimento do raciocínio. São Paulo: **Scipione**, 1997.

ROSA, Maria Inês Petrucci; TOSTA, Andréa Helena. O lugar da Química na escola: movimentos constitutivos da disciplina no cotidiano escolar. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 11, n. 2, p. 253-262, 2005.

RUIZ, Maria José Ferreira. Reflexões sobre a moralidade infantil. **Revista Iberoamericana de Educación, Brasil**, v. 10, n. 33, p. 1-20, 2003.

SILVEIRA, Felipe Alves et al. Ensino de Química sob a visão de Bachelard: Investigação dos obstáculos epistemológicos no tópico modelos atômicos. **Revista ENCITEC**, v. 9, n. 1, p. 3-14, 2019.

STADLER, J. P. et al. Análise de obstáculos epistemológicos em livros didáticos de química do ensino médio do PNLD 2012. **HOLOS**, v. 2, p. 234-243, 2012.

WARTHA, Edson José; SILVA, EL da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. **Química nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.